વડોદરા રાજ્યમાં ગુજરાતી શાળાઓમાં ઇનામ
અને લાયબ્રેરી માટે મંજુર થયું.

સૂતિકાજ્ઞાન.

(ધોરણ છઠ્ઠા માટે.)

લેખક અને પ્રકાશક,
શિવાભાઈ મથુરભાઈ પટેલ.
[illegible], તા. પેટલાદ.
અને
મણિશંકર [illegible] પુરોહિત.
[illegible], તા. પેટલાદ.

[illegible] પરીખ અને કંપની
[illegible] સરકારી [illegible]

અમદાવાદ-પીર મહમદ શાહ રોડ ઉપર ધી [illegible] પ્રીન્ટિંગ પ્રેસમાં,
[illegible] ત્રિવેદીએ છાપ્યું.

સંવત [illegible] આવૃત્તિ ત્રીજી. પ્રત [illegible]
કિંમત સાડાચાર આના.

પ્રસ્તાવના

આવા નાનકડા પુસ્તકને પ્રસ્તાવનાની જરૂર નથી [illegible] રૂઢી નિયમાનુસાર કરવું, જેથી કે પુસ્તકો અને તેના [illegible] પદ્ધતિ હોય, કેટલા વાંચવો અધૂરું રહે, [illegible] આમાં શું છે કે નથી, કિંમતે [illegible] વિષયને [illegible] અર્થ કરવાને ઉપયોગી જણાય. તો પણ લેખકનું [illegible] સંપૂર્ણ આધાર તો અભ્યાસી ઉપર છે. પુસ્તકમાં આવેલી હકીકત સમજ પૂર્વક વાંચવી, વાંચીને તે બાબત ઉપર સારી રીતે વિચાર કરવો, અને છેવટે તેને સારી પેઠે મનમાં ઠસાવવી એ અભ્યાસીનું કર્તવ્ય છે. જો અભ્યાસકમાં આ ખૂબી ન હોય તો ગમે તેટલું [illegible] હોય, [illegible] શ્રમ કરી પુસ્તકને સાદું અને સરળ બનાવવામાં [illegible] તો પણ તેનો હેતુ સફળ થતો નથી. આ પુસ્તક [illegible] અદ્વિતીય નથી. પરંતુ શિષ્ય શિક્ષક બંનેને પોતાના કાર્યમાં કંઈ સરળ થઈ પડે તેવા હેતુથી અને તેટલીજ રીતે [illegible] પાસે જેમ વસ્તુ મૂકાયલી છે તેમાં કાંઈક નવીન કરી [illegible] કરવા લેખકોએ પોતાનો બનતો પ્રયાસ કર્યો છે. [illegible] ચોપડીમાં આવેલા સૃષ્ટિજ્ઞાનના પાઠો ઉપરાંત [illegible] વિજ્ઞાનશાસ્ત્ર, રસાયનશાસ્ત્ર, વનસ્પતિશાસ્ત્ર, પ્રાણી વર્ણન, [illegible] વિજ્ઞાન શાસ્ત્ર, આરોગ્યશાસ્ત્ર વગેરે [illegible] ઉપયોગી [illegible] લેખકો ભૂલી ગયા નથી. જેથી આશા છે કે શિક્ષક વર્ગને વધુ ઉપયોગી થઈ પડશે. આમાં આપેલા પ્રશ્નો પરીક્ષા [illegible] પદ્ધતિના છે જેથી યોગ્ય પદ્ધતિસર પાઠો શીખ્યા બાદ આનો [illegible] પુનરાવર્તન તરીકે ઉપયોગ કર્યાથી શિક્ષણ વધુ [illegible] થઈ પડશે એ નિઃશંક છે. હાલમાં લેવાતી પરીક્ષામાં જુદી જુદી દૃષ્ટિબિંદુથી પૂછાતા ભિન્ન ભિન્ન સવાલોનો પણ આમાં સમાવેશ કરેલો હોવાથી આશા છે કે વિદ્યાર્થી બંધુઓને વધુ ઉપયોગી થઈ પડશે. છેવટે આ પુસ્તકનો વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષક બંધુઓ [illegible] સદુપયોગ કરશે એવી અભિલાષા રાખીને લેખક વિરમે છે. અસ્તુ!

સુ. નાર. — લેખક અને પ્રકાશક,
તા. ૧ ઓગસ્ટ ૧૯૧૮. — શિવલાલ અને મણિશંકર.

શ્રી.

સૃષ્ટિજ્ઞાન.

(ધોરણ છઠ્ઠા માટે.)



૧ द्रव्य के पदार्थ अने तेनां त्रण रुप.

પ્રશ્ન—દ્રવ્ય કે પદાર્થ કોને કહેછે ?

ઉત્તર—જેને વાસ્તવિક રૂપછે, એટલે જે જગા રોકેછે, જેનામાં ભારછે તેને દ્રવ્ય કહેછે.

અર્થાત્ જેનું અસ્તિત્વ જોવાથી, અડકવાથી, ચાખવાથી, સુંઘવાથી અને સાંભળવાથી જાણી શકાય છે; અથવા જે જગા રોકે અને જે ગતિ અને બળનું સાધન છે, એટલે ભાર હોય છે તેને દ્રવ્ય કે પદાર્થ કહે છે.

પ્ર૦ કઇ વસ્તુઓ દ્રવ્ય કે પદાર્થ છે ?

ઉ૦ સ્લેટ, પેન, ચોપડી, વાયુ, ખુરસી, વરાળ, પાણી વગેરે.

પ્ર૦ કઇ વસ્તુઓ દ્રવ્ય નથી ?

ઉ૦ ગરમી, ઠંડી, અજવાળું, અંધારૂં, પ્રકાશ, છાયા, વિજળી, વગેરે.

પ્ર૦ પદાર્થ કેટલી જાતના છે, અને કયા કયા ?

ઉ૦ બે. ૧. સજીવ, અને ૨. નિર્જીવ.

સજીવ એટલે જીવ વાળા, અને નિર્જીવ એટલે જીવ વગરના.

પ્ર૦ પદાર્થના વર્ગ કેટલા છે, અને કયા કયા ?

ઉ૦ ત્રણ ૧. ધન કે નક્કર, ૨. પ્રવાહી, અને ૩. વાયુરૂપ.

પ્ર૦ પદાર્થના ત્રણ વર્ગ શેને લીધે પાડેલા છે ?

ઉ૦ રૂપને લીધે.

પ્ર૦ ધન કે નક્કર પદાર્થનાં કયાં લક્ષણ છે ?

ઉ૦ તેને કદ અને આકાર બંને હોય છે. તેમજ તેનું કદ અને આકાર બદલાતાં નથી.

પ્ર૦ ધન પદાર્થના દાખલા આપો ?

ઉ૦ ચોપડી, સ્લેટ, પેન, પથ્થર, બરફ, સોનું, રૂપું વગેરે ધાઓ, લાકડું, માટી, કોયલા વગેરે. કારણ કે તેનું કદ અને આકાર બદલાતું નથી.

પ્ર૦ પ્રવાહી પદાર્થનાં કયાં લક્ષણ છે ?

ઉ૦ તેને કદ છે, પણ આકાર નથી. તેનો આકાર જેવા વાસણમાં ભરીએ તેવો થાય છે. અને તે હમેશાં સરખી સપાટીએ સ્થિર રહે છે. એટલે આકાર બદલાય છે. પણ કદ બદલાતું નથી. અને તેનો રેલો ચાલે છે.

પ્ર૦ પ્રવાહી પદાર્થના દાખલા આપો ?

ઉ૦ પાણી, મધ, દૂધ, તેલ, દિવેલ, પારો વગેરે. કારણ કે તેનું કદ જેટલું છે તેટલું રહેશે, પણ આકાર જેવા વાસણમાં ભરીએ તેવો થશે અને સપાટી સરખી રહેશે.

પ્ર૦ વાયુ રૂપ પદાર્થનાં કયાં લક્ષણ છે ?

ઉ૦ તેને પોતાનું કદ અને આકાર નથી પણ તે જેવી જગામાં ભરાય તેવું કદ અને આકાર ધારણ કરેછે.

પ્ર૦ વાયુ રૂપ પદાર્થના દાખલા આપો ?

ઉ૦ વરાળ, હવા, અને તમામ વાયુઓ એટલે ઓકિસજન, હૈડ્રોજન, નૈટ્રોજન, કાર્બોનિક એસિડગ્યાસ વગેરે પદાર્થો જેવી જગામાં ભરાય તેવું કદ અને આકાર ધારણ કરેછે.

પ્ર૦ ચોપડી પદાર્થછે એ સાબિત કરો ?

ઉ૦ તેને કદ અને આકાર બંનેછે, તેમજ તેનું કદ અને આકાર બદલાતાં નથી. તેમજ તે જગા રોકેછે, કારણકે એક જગાએ મુકેલી ચોપડી ઉપાડી લીધા સિવાય તે જગાએ બીજી ચોપડી રહી સકતી નથી. માટે તે પદાર્થછે.

પ્ર૦ પાણી પદાર્થ છે એ સાબિત કરો ?

ઉ૦ પાણીને આકાર નથી, પણ તે જેવા વાસણમાં ભરીએ તેવો આકાર ધારણ કરેછે. તેને કદછે અને તે કદ વધતું કે ઘટતું નથી. એટલે તેને વાસ્તવિક રૂપ હોવાથી જગા રોકેછે, માટે તે પદાર્થછે.

પ્ર૦ દ્રવ્યનાં ત્રણે રૂપમાં ફેર પડવાનું કારણ શું ?

ઉ૦ સંબંધાકર્ષણ અને પ્રતિસારક બળને લીધે.

પ્ર૦ ત્રણે જાતના પદાર્થમાં કઇ જાતનું બળ હોયછે ?

ઉ૦ ઘન પદાર્થમાં રજકણોને વળગાડી રાખનાર સંબંધાકર્ષણ બળ વધારે હોયછે તેથી તેનું કદ અને આકાર બદલાતાં નથી. પ્રવાહી પદાર્થમાં સંબંધાકર્ષણ પહેલા કરતાં થોડું હોવાથી તેની રજકણો આલી આલી ગોઠવાઇ જાયછે, તેથી તેનો આકાર બદલાયછે પણ કદ તેટલુંજ રહેછે અને વાયુ રૂપ પદાર્થમાં માત્ર પ્રતિસારક બળ એકલું

હોવાથી તેની રજકણો ફેલાઇ જવાથી તેનું કદ અને આકાર બદલાયછે.

પ્ર૦ ત્રણે રૂપના કયા કયા પદાર્થછે ?

ઉ૦ પાણી, ઘી, મીણ વગેરે.

પ્ર૦ તમામ પદાર્થ કેવી રીતે બનેલા છે ?

ઉ૦ દરેક પદાર્થ ઝીણી રજકણોનો બનેલો હોયછે. આને અણુ સમુહ કહેછે.

પ્ર૦ સંબંધાકર્ષણ બળ એટલે શું ?

ઉ૦ જે બળને લીધે રજકણો એક બીજાને જોડાયલીજ રહેછે. અને એની મેળે છૂટી પડી જતી નથી તે બળને **સંબંધાકર્ષણ બળ** કે **સ્નેહાકર્ષણ બળ** કહેછે.

પ્ર૦ પ્રતિસારક બળ એટલે શું ?

ઉ૦ જે બળને લીધે રજકણો એક બીજાથી દૂર ચાલી જાયછે, તેને **પ્રતિસારક બળ** કહેછે.

---

૨ પદાર્થના ગુણ.

પ્ર૦ પદાર્થના ગુણ કેટલાછે, અને તે કયા કયા ?

ઉ૦ બે ૧. **વિશેષ ગુણ**; અને ૨. **સામાન્ય ગુણ**.

પ્ર૦ વિશેષ ગુણ કોને કહેછે ?

ઉ૦ જે ગુણ અમુકજ પદાર્થમાં હોયછે. તેને **વિશેષગુણ** કહેછે.

ઉદા૦—ખાંડમાં ગળપણ, મીઠામાં ખારાશ, અફીણમાં કડવાશ, આમલીમાં ખટાશ વગેરે વિશેષ ગુણછે.

પ્ર૦ સામાન્ય ગુણ કોને કહેછે ?

ઉ૦ જે ગુણ સઘળા પદાર્થોમાં હોયછે તેને **સામાન્ય ગુણ** કહેછે.

જો કે આ ગુણોને સામાન્ય ગુણો કહેવામાં આવેછે, એટલે પદાર્થની દરેક સ્થિતિમાં તેમજ દરેક પદાર્થમાં તે હોયછેજ પરંતુ પ્રમાણનો ફેરછે. કેટલાએક પદાર્થોમાં તે એટલા થોડા પ્રમાણમાં હોયછે કે આપણને તે હશે કે કેમ? તેની શંકા લાગેછે પણ તે દરેક પદાર્થમાં હોયછેજ.

પ્ર૦ પદાર્થના સામાન્ય ગુણ કેટલા છે, અને તે કયા કયા?

ઉ૦ સાત. ૧. **વિસ્તાર**, ૨. **વિભાજ્યતા**, ૩. **છિદ્રતા**, ૪. **સ્થિતિસ્થાપકતા**, ૫. **વજન**, ૬. **જડત્વ** અને ૭. **અવિનાશીત્વ.**

પ્ર૦ વિસ્તાર કોને કહેછે?

ઉ૦ દરેક પદાર્થ જગા રોકે છે તેને **વિસ્તાર**, **પરિમેયતા** કે **અભેદ્યતા** કહેછે.

એકજ જગાએ એકજ વખતે બે પદાર્થો સાથે રહી શકતા નથી.

ઉદા૦—એક જગાએ મુકેલી ચોપડી ઉપાડી લીધા શિવાય બીજી ચોપડી તે જગાએ રહી શકે નહિ.

પ્ર૦ વિભાજ્યતા કોને કહેછે?

ઉ૦ પદાર્થના નાનામાં નાના ભાગ થઇ શકેછે, કારણકે પદાર્થો રજકણોથી–પરમાણુથી બનેલાછે. તે પદાર્થોના દુનિયા ઉપરનાં સાધનોથી નાનામાં નાના વિભાગ કરી શકાયછે, તેને **વિભાજ્યતા** કહેછે.

ઉદા૦—પાણીમાં રાતા રંગનું ટીપું નાંખીશું તો તમામ પાણી રાતું થઇ જશે તે વિભાજ્યતાના ગુણને લીધે થાયછે.

પ્ર૦ છિદ્રતા કોને કહેછે?

ઉ૦ પદાર્થો પરમાણુના સમૂહોના બનેલાછે અને એ પરમાણુએ સંબંધાકર્ષણ બળને લીધે જોડાયછે, તે વખતે પદાર્થના સ્વરૂપ પ્રમાણે

તેમની વચ્ચે થોડી ઘણી જગા રહેછે તેને છિદ્રતા કહેછે.

ઉદા૦—કેટલાક પદાર્થો ગરમીને લીધે ફૂલેછે, અને ઠંડીથી સંકોચાય છે તે છિદ્રતાને લીધેજછે, પ્યાલામાં ટંકોટંક ભરેલા પાણીમાં થોડી ખાંડ નાંખીએ છીએ, તેથી પાણી બહાર નીકળતું નથી તેનું કારણ પાણીની રજકણો વચ્ચેની જગામાં–છિદ્રોમાં ખાંડની રજકણો સમાઇ જાયછે.

પ્ર૦ સ્થિતિસ્થાપકતા કોને કહેછે ?

ઉ૦ જે ગુણવડે પદાર્થો દાબ્યાથી, અમળાવ્યાથી અથવા ખેંચ્યાથી તેના અસલ રૂપ કે કદમાં ફેર પડેછે, અને તે રૂપાંતર કરનારૂં બળ લઇ લેતાં અસલ રૂપમાં આવી શકેછે. તેને સ્થિતિ સ્થાપકતા કહેછે. ઉદા૦—નેતર, વાદળી, રબર જેવા પદાર્થમાં તો આ ગુણ સ્પષ્ટ નજરે પડેછે પણ સપાટ પત્થર ઉપર તેલ ચોપડી સંપૂર્ણ ગોળ હાથીદાંતનો ગોળો પછાડી તરત જોતાં ગોળાના ઘણા ભાગ પર તેલ ચોંટેલું દેખાશે. જો ગોળો સ્થિતિસ્થાપક ન હોત તો એકજ બિંદુ આગળ તેલ ચોંટત. પણ તે પછાડતાં દબાવાથી ઘણા ભાગને તેલ ચોંટેછે અને થોડીવારે અસલ ગોળ રૂપમાં આવી જાયછે.

પ્ર૦ વજન કોને કહેછે ?

ઉ૦ જે બળવડે પૃથ્વી દરેક વસ્તુને પોતાની ભણી ખેંચેછે તેને અથવા પદાર્થના દરેક અણુ ઉપર પૃથ્વીનું જે આકર્ષણ થાયછે તેના સરવાળાને ભાર કે વજન કહેછે. પૃથ્વી અને પદાર્થ વચ્ચેનું આકર્ષણ તોડવા માટે જે શક્તિ વપરાયછે તે વજનછે.

ઉદા૦—ત્રણે રૂપના તમામ પદાર્થો જોખતાં માલમ પડેછે તેમાં ભારછે.

પ્ર૦ જડત્વ કોને કહેછે ?

ઉ૦ હરકોઇ પદાર્થ પોતાની મેળે ગતિમાં આવતો નથી; અથવા ગતિમાં આવેલો પદાર્થ પોતાની મેળે અટકતો નથી તેને

જડત્વ કહેછે. ઉદા–સ્થિર અથવા ગતિમાન પદાર્થને બહારની ઉપાધિ કે બળ લાગે નહિ ત્યાં સુધી પદાર્થની સ્થિતિમાં વિકાર થતો નથી તે જડત્વ ગુણને લીધેછે.

પ્ર૦ અવિનાશીત્વ કોને કહેછે ?

ઉ૦ પદાર્થનો નાશ થતો નથી. માત્ર તેમાંના તત્વોનું રૂપાંતર થાય છે. તેને **અવિનાશીત્વ** કહેછે.

ઉદા૦—પાણીમાં મીઠું નાંખવાથી ઓગળી અદશ્ય થાયછે. તેથી મીઠું નાશ પામતું નથી પણ તેનું રૂપાંતર થઇ પાણી ખારૂં થાયછે, તેમજ અગ્નિમાં પદાર્થો બળવાથી તે નાશ પામતા નથી, પણ તત્વો છૂટાં પડી જે તે તત્વ સાથે મળી જાયછે. પદાર્થનો નાશ કરી શકાતો નથી, તેમજ નવો ઉત્પન્ન પણ કરી શકાતો નથી માત્ર સ્વરૂપ બદલાયછે.

પ્ર૦ પરમાણુ કોને કહેછે ?

ઉ૦ પદાર્થના યાંત્રિક વગેરે સાધનોથી વિભાગ કરતાં છેવટે એવી સૂક્ષ્મ રજકણો હાથ આવે કે તેના વિભાગ કરવાથી પદાર્થના મૂળ ગુણોનો નાશ થઇ જાય, તેવી છેવટની રજકણોને એટલે તત્વોની બારીક કણને **પરમાણુ** કહેછે.

પ્ર૦ અણુ કોને કહેછે.

ઉ૦ મિશ્ર પદાર્થોની બારીમાં બારીક કણને **અણુ** કહેછે.

પ્ર૦ અણુ અને પરમાણુમાં શો ફેર છે ?

ઉ૦ પદાર્થો અણુથી બંધાયલાંછે; અને અણુ પરમાણુથી બંધાયેલાછે.

પ્ર૦ ઇલેકટ્રોન કોને કહે છે ?

ઉ૦ હાલની નવી શોધ પ્રમાણે પરમાણુના પણ ઘણા બારીક ભાગ થઇ શકેછે. તે દરેક બારીક ભાગને **ઇલેકટ્રોન** કહેછે.

---

૩ બળ અને બળોનું સમતોલપણું.

પ્ર૦ સ્થિર પદાર્થ કોને કહેછે ?

ઉ૦ જે પદાર્થો આસપાસની વસ્તુઓના સંબંધમાં પોતાનાં સ્થળ બદલતા નથી તેને **સ્થિર પદાર્થ** કહેછે.

પ્ર૦ અસ્થિર અથવા ગતિમાન પદાર્થ કોને કહેછે ?

ઉ૦ જે પદાર્થો આસપાસની વસ્તુઓના સંબંધમાં પોતાનાં સ્થળ બદલેછે, તેને **અસ્થિર** અથવા **ગતિમાન** પદાર્થ કહેછે.

પ્ર૦ સ્થિર પદાર્થો વાસ્તવિક રીતે જોતાં ગતિમાન છે, એમ શાથી કહેવાયછે ?

ઉ૦ પૃથ્વી અવકાશમાં પોતાની ધરી ઉપર ફરતી ફરતી સૂર્યની આસપાસ ફરેછે, તેથી તેની સાથે સંબંધમાં રહેલા પદાર્થો પણ ફરેછે. તેથી તમામ પદાર્થો **ગતિમાન કહેવાય** છે.

પ્ર૦ બળ કોને કહે છે ?

ઉ૦ પદાર્થની સ્થિર અથવા ગતિમાન અવસ્થામાં વિકાર કરનાર, અથવા વિકાર ઉત્પન્ન કરવાનું વલણ કરનાર ઉપાધિને **બળ** કહેછે.

પ્ર૦ ગતિમાં આવેલો પદાર્થ બહારની કઇ ઉપાધિથી સ્થિર થાયછે ?

ઉ૦ આકર્ષણ, વાતાવરણ અને જમીનની સપાટીના ખરબચડાપણાથી.

પ્ર૦ ગતિમાં આવેલા પદાર્થને સ્થિર કરવા બળની જરૂરછે, એ બાના કોણે શોધી કહાડી ?

ઉ૦ **ન્યુટન** નામના અંગ્રેજ તત્વવેત્તાએ.

પ્ર૦ સ્થિર અને ગતિમાન પદાર્થના સંબંધમાં ન્યુટને કયો નિયમ સિદ્ધ કર્યો ?

ઉ૦ પદાર્થ પોતાની મેળે સ્થિરતામાં વિકાર કરી શકતો નથી; તેમ ગતિમાન પદાર્થ પોતાની મેળે અટકી શકતો નથી.

પ્ર૦ બળ શું કાર્ય કરે છે ?

ઉ૦ પદાર્થની સ્થિતિમાં વિકાર કરેછે.

પ્ર૦ બળની અસર ક્યારે જણાતી નથી ?

ઉ૦ પ્રતિરોધ એટલે અટકાવ વધારે હોય ત્યારે, અને સામસામી દિશામાં સરખાં બળ લગાડવામાં આવ્યાં હોય ત્યારે.

ઉદા૦—ભીંતને હડસેલવાથી ભીંત ખસતી નથી તેનું કારણ આપણા બળ કરતાં ભીંતમાં પોતાની સ્થિતિમાં ટકી રહેવાનું બળ વધારેછે એટલે પ્રતિરોધ વધારેછે તેથી; અને છોકરાઓ સામસામા દોરડું ખેંચેછે તેમાં બંને તરફનું સરખું બળ હશે તો એક બીજાને ખેંચી શકશે નહિ કારણ કે સમાન અને સામસામાં બળ એક બીજા બળનો નાશ કરેછે.

પ્ર૦ બળની અસર ક્યારે જણાયછે ?

ઉ૦ એક તરફનું બળ ઓછું હોય અગર બીલકુલ ન હોય ત્યારે.

પ્ર૦ બળોનું સમતોલપણું કોને કહેછે ?

ઉ૦ જુદી જુદી દિશામાં લાગેલાં બળની અસર જણાય નહિ. એટલે પદાર્થ સ્થિર રહે તેને **બળોનું સમતોલપણું** કહે છે.

પ્ર૦ બળોનું સમતોલપણું ક્યારે થાયછે ?

ઉ૦ બંને તરફનાં બે સરખાં બળ વિરુદ્ધ દિશામાં કાર્ય કરવાથી પદાર્થની સ્થિતિમાં કાંઇ પણ ફેરફાર કરી શકતાં નથી; ત્યારે બળ સમતોલછે એમ કહેવાય છે, અથવા બે કરતાં વધારે બળો લગાડેલાં હોય, પણ તે સામસામાં હોઇ સરખાં હોય, અને પદાર્થની સ્થિતિમાં ફેરફાર કરી શકે નહિ. ત્યારે બળ સમતોલ છે એમ કહેવાયછે.

અથવા એ કરતાં વધારે બળો પદાર્થનાં જુદાં જુદાં બિંદુ ઉપર લગાડવા છતાં પદાર્થની સ્થિતિમાં કોઇ પણ જાતનો ફેરફાર કરી શકે નહિ ત્યારે બળ સમતોલછે એમ કહેવાયછે. આવી વખતે એ તરફનું બળ લઇ લેવાથી બળ લગાડવામાં આવ્યુંછે તેની અસર જણાયછે.

---

૪ ઢાળ.

પ્ર૦ ઢાળ કોને કહેછે ?

ઉ૦ ત્રાંસા અને સપાટ ચઢાવને ઢાળ કહેછે.

પ્ર૦ ઢાળનાં દૃષ્ટાંત આપો ?

ઉ૦ સીડીઓ, દાદરા, પર્વતના રસ્તા વગેરે.

પ્ર૦ ઢાળ એ શુંછે, અને તેનાથી શો ફાયદો થાયછે ?

ઉ૦ ઢાળ એ એક યાંત્રિક શક્તિછે, અને તેનાથી થોડા બળે વધારે અટકાવ દૂર કરી શકાયછે; અથવા થોડા બળે વધારે વજન ઉંચું ચઢાવી શકાયછે.

પ્ર૦ સાદાં યંત્રના કેટલા પ્રકારછે; અને તે કયા કયા ?

ઉ૦ ૧. ત્રણ. ૨. ઢાળ, ૨. ઉચ્ચાલન, અને ૩. ગરગડી.

પ્ર૦ ઢાળની રચના કેવી છે ?

ઉ૦ ઢાળમાં લીસી ચપટી સપાટી હોઇ તે આડી સપાટી સાથે વાંક કરી અમૂક ખૂણો કરેછે તેથી ઢાળ બનેછે. ઢાળમાં લીસી ચપટી સપાટીને લંબાઇ અને આડી સપાટીને પાયો કહેછે.

પ્ર૦ ઢાળમાં નફો નુકશાન કયારે થાય તે સમજાવો ?

ઉ૦ સીધા ચઢાવ ઉપર ભારે વજન ચઢાવવું મુશ્કેલછે, પણ ઢાળની મદદથી સહેલાઇથી અને થોડા બળે વજન ચઢાવી શકાયછે.

એટલે પાયો અને ઢાળની વચ્ચેનો ખૂણો જેમ મોટો તેમ પદાર્થને પડી જતો અટકાવવાને વધારે બળ જોઇએછે, અને ખૂણો મોટો હોય તેમ લંબાઇના પ્રમાણમાં ઉંચાઇ પણ વધતી જાયછે. એટલે ઉંચાઇ જોડે લંબાઇ જેમ વધારે હોય તેમ પદાર્થને સમતોલ રાખવાને વધારે બળનો ખપ પડે છે, અને લાભ ઓછો થાયછે.

પ્ર૦ ઢાળમાં યાંત્રિક લાભ કેવી રીતે થાયછે ?

ઉ૦ ખૂણો નાનો એટલે ઉંચાઇ વધારે તેમ યાંત્રિક લાભ વધારે; અને ખૂણો મોટો એટલે ઉંચાઇ વધારે તેમ યાંત્રિક લાભ થોડો થાયછે.

પ્ર૦ ઢાળમાં બળ ક્યાં લાગે છે ?

ઉ૦ ઢાળની સપાટી પર અથવા સપાટીની સમાંતર અને પાયાને સમાન્તર બળ લાગેછે.

પ્ર૦ ઢાળ પર પીપ સીધાં નહિ ગબડાવતાં તિરકસ લીટીમાં કેમ ગબડાવેછે ?

ઉ૦ તિરકસ લીટીમાં ગબડાવતાં ચઢાવ કમી થવાથી ગબડાવવું સહેલું પડેછે.

પ્ર૦ ઢાળમાં યાંત્રિક લાભ શા પ્રમાણમાં થાયછે ?

ઉ૦ **અંતરમાં જેટલો ટોટો થાયછે, તેટલો બળમાં લાભ** મળેછે. મતલબ કે ઢાળની લંબાઇ અથવા પાયો ઉંચાઇ કરતાં મોટો હોયછે. ત્યારે અંતરમાં તેટલો ટોટો થાયછે. કેમકે વધારે અંતરમાં બળ લગાડવું પડેછે, અને તેને લીધે બળમાં તેનો બદલો મળે છે. અર્થાત્ પ્રમાણમાં થોડું બળ બસ થાયછે.

પ્ર૦ અંતરમાં જેટલો ટોટો થાયછે, તેટલો બળમાં લાભ મળે છે. એ વાક્યનો અર્થ સમજાવો ?

ઉ૦ જો ચઢાવ તદ્દન સીધો હોય એટલે આડી સપાટીની જોડે ઉભી સપાટી કાટખૂણો કરતી હોય તો વજન અને બળ બંને સરખાં જોઇશે. પણ જો એ ખૂણો કાટખૂણા કરતાં નાનો થાય, તો વજન કરતાં બળ ઓછું જોઇશે. પરંતુ ઉંચાઇ તેટલી ને તેટલીજ રહેવા દેવી હોય, અને ખૂણો કાટખૂણા કરતાં નાનો કરવો હોય, તો ઢાળની સપાટીની લંબાઇ વધારવીજ પડશે એટલે કે બળ જો કે ઓછું જોઇશે પણ તેને કાર્ય વધારે જગામાં કરવું પડશે.

પ્ર૦ અંતરમાં જેટલો ટોટો તેટલો બળમાં લાભ એ નિયમ દાખલો આપી સમજાવો ?

ઉ૦ ૧૦ શેર વજન ૪ ફુટ ઉંચું ચઢાવવું હોય તો સીધું ઉંચે ચઢાવતાં ૧૦ શેર શક્તિ વાપરવી પડશે. પણ ૪૦ ફુટના ઢાળ ઉપર થઇ ચાર ફુટ ઉંચે ચઢાવવું હોયતો ઢાળની લંબાઇના દસમા ભાગ જેટલી ઉંચાઇ હોવાથી દસમા ભાગ જેટલી શક્તિ એટલે એક-શેર શક્તિ વાપરવી પડશે.

એટલે ઉંચાઇ × વજન=ઢાળની લંબાઇ × શક્તિ થશે.

= ૪ × ૧૦ = ૪૦ × ૧ = ૧૦ શેર વજન માટે ૧ શેર જોઇશે. તેથી અંતરમાં જેટલો ટોટો તેટલો બળમાં લાભ થાય છે.

---

૫ फाचर.

પ્ર૦ ફાચર એ શુંછે; અને તેની રચના કેવીછે ?

ઉ૦ ફાચર એ એક યાંત્રિક શક્તિછે અને તે એક સરખા બે

ઢાળ પાયા આગળથી જોડવાથી બનેછે. એટલે ફાચરમાં તિરકસ ઉંચાઇ તે ઢાળની લંબાઇછે. ફાચરના મથાળાનું અર્ધું તે લંબછે; અને ફાચરની લંબાઈ તે પાયેાછે. ફાચર એ ખસી શકે એવેા બેવડેા ઢાળછે.

પ્ર૦ ફાચરનાં વ્યવહારમાં વપરાતાં રૂપ કયાં કયાંછે ?

ઉ૦ છીણી, કુહાડા, કેાદાળા, ફરસીએા વગેરે ધારવાળાં એાજારેા તે ફાચરનાં રૂપાંતર છે.

પ્ર૦ ફાચર ફાયદાકારક કયારે થાય ?

ઉ૦ ફાચરનું મથાળું સાંકડું, અને તેના ઢાળની લંબાઇ વધારે હેાય તેમ ફાચર ફાયદાકારક થાય છે. એટલે થેાડા બળે વધુ કામ થાયછે.

પ્ર૦ ઢાળ અને ફાચરના ઉપયેાગમાં ફેર શેા ?

ઉ૦ ઢાળ પેાતે સ્થિર રહેછે, અને ચઢવાની વસ્તુ અથવા વજન તેના ઉપર ખસેછે. પણ ફાચરમાં ફાચર ખસેછે, અને પદાર્થ સ્થિર રહેછે.

ઉદા૰—ઢાળ ઉપર ચઢતાં ઢાળ સ્થિર રહેછે, અને આપણે ખસીએ છીએ, પણ લાકડાં ફાડતાં છીણી કે કુહાડી અંદર ઉતરે એટલે ફાચર ખસેછે, પણ પદાર્થ—લાકડાં સ્થિર રહેછે.

પ્ર૦ ફાચરમાં બળ કયાં વપરાયછે ?

ઉ૦ ફાચરની પાછલી બાજુએ એટલે પાયાને સમાન્તર બળ વપરાયછે.

પ્ર૦ ઢાળનાં રૂપાંતરથી કઇ કઈ યાંત્રિક શક્તિએા બનેછે ?

ઉ૦ ફાચર અને ફેર અથવા પેચ.

પ્ર૦ ફાચર શા ઉપયેાગમાં આવેછે ?

ઉ૦ ભારે વસ્તુએા ઉંચી કરવામાં, લાકડાં ફાડવામાં, ગેાદીમાં પડેલાં બારકસેા ઉંચાં કરવામાં, વગેરેમાં ફાચર વપરાયછે.

પ્ર૦ ફાચર વારંવાર ક્યારે વપરાયછે ?

ઉ૦ ઘણીજ થોડી જગામાં અતિશય અટકાવ તોડવાનો હોયછે. ત્યારે વારંવાર ફાચર વપરાયછે.

પ્ર૦ ઢાળ અને ફાચર બેમાંથી કઇ યાંત્રિક શક્તિવડે વધારે લાભ મેળવાય ?

ઉ૦ ઢાળમાં ઢાળને સમાન્તર અને પાયાને સમાન્તર એમ બે રીતે બળ લગાડાયછે. તેમાં પાયાને સમાન્તર બળ લગાડવાથી કેટલુંક બળ નકામું જાયછે, તેથી ઢાળને સમાન્તર બળ લગાડવું ફાયદાકારક છે. પણ ફાચરામાં પાયાને સમાન્તર બળ લાગેછે માટે ઢાળ કરતાં ફાચર ફાયદાકારકછે.

---

६ फेर के पेच.

પ્ર૦ ફેર એ શુંછે ?

ઉ૦ તે એક યાંત્રિક શક્તિછે, અને તે ઢાળનું રૂપાંતરછે.

પ્ર૦ પેચ કેવી રીતે બનેછે ?

ઉ૦ ઢાળને ગોળાકાર વાળવાથી પેચ બનેછે.

ઉદા૦—એક કાગળનો કાટખુણીઓ ત્રિકોણ કાપી કાઢી તેના કર્ણને શાહી ચોપડી, તેની ઉંચી સીસાપેન સાથે રાખી આખો ત્રિકોણ સીસાપેન ઉપર વિટાળીએ, તો ઢાળનો કાળો-શાહીવાળો દોરો વચલી આંસે ગોળને બોળ ચઢતાં મરોડી જેવો દેખાયછે તે પેચના દોરા કહેવાય છે.

પ્ર૦ ફેર કે પેચમાં લંબાઇ અને ઉંચાઇ કઇછે ?

ઉ૦ પેચના દોરા એ ઢાળની લંબાઈ અને દોરા જેના ઉપર વિંટાળ્યાછે તે ઢાળની ઉંચાઇ કહેવાયછે.

પ્ર૦ ફેર કે પેચના વ્યવહારમાં વપરાતાં રૂપ કયાંછે ?

ઉ૦ સ્કૂ, કલ્લાં, સાંકળાંની દોરા વાળી ખીલીઓ, શેરડી પીલવાના કોલ, રૂની ગાંસડીઓ બાંધવાના પ્રેસ, ચોપડીઓ છાપવા કે બાંધવામાં વપરાતા સાંચા, તથા વરાળ યંત્રો, ને ભારે વજનોને અને બેઠેલાં ઘરોને ઉંચકવા વપરાતાં દુમકલાસ વગેરે.

પ્ર૦ પેચના કયા પ્રકારછે ?

ઉ૦ નર પેચ. અને માદા પેચ. સ્કૂ અથવા દોરા વાળી ખીલીઓ તે નર પેચ અને ખીલીઓ અથવા સ્કૂ રહેવાનાં જે પશિઆરાં તે માદા પેચ કહેવાય છે.

પ્ર૦ પેચ કે સ્કૂ ફાયદાકારક કયારે થાય ?

ઉ૦ પેચમાં જેમ દોરાની સંખ્યા વધુ હોય, અને એક દોરાથી બીજા દોરા વચ્ચેનું અંતર થોડું હોય તેમ તે પેચ વધારે ફાયદાકારકછે.

પ્ર૦ પેચના દોરા કેટલી જાતનાછે, અને તે કયા કયા ?

ઉ૦ બે ૧. ધારવાળા, અને ૨ બુઠા.

પ્ર૦ ધારવાળા દોરાના પેચમાં અને બુઠા દોરાના પેચના વાપરવામાં શો ફેરછે ?

ઉ૦ ધારવાળા દોરાના પેચને જુદા પસિઆરાની જરૂર રહેતી નથી, પણ તેનો દોરો નીચે ઉતરી પેચ પાડી લેછે. બુઠા દોરાવાળા પેચને પસિઆરાની જરૂર પડે છે. ધારવાળા દોરાના પેચ સારા ગણાય છે; કારણકે તે પોતાની મેળે પસિઆરું કરી લેછે, લેણી

મજબુત વળગી રહેછે. બુઠા દોરાવાળા પેચનાં પસિઆરાં ઘસાઇ જતાં નબળાં પડી જાયછે.

પ્ર૦ ઢાળ અને પેચના ઉપયેાગની સરખામણી કરેા ?

ઉ૦ ઢાળમાં પાયેા ટૂંકેા અને લંબાઇ વધારે તેમ ઢાળ વધારે ઉપયેાગી. તેમ ઢાળમાંથી બનેલેા અથવા ઢાળનું રૂપાંતર થયેલેા પેચ તેમાં પણ દોરાની સંખ્યા વધુ તેમ તેની લંબાઇ વધારે અને વધારે લંબાઇ વાળેા ઢાળ સારેા, તેમ વધારે દોરાવાળેા પેચ સારેા ગણાયછે.

પ્ર૦ ઢાળ, ફાચર અને પેચમાં પદાર્થ કયે સ્થળે રહેછે ?

ઉ૦ ઢાળમાં પદાર્થ ઢાળની લંબાઇએ એટલે ઢાળ સ્થિર રહેછે, અને પદાર્થ ખસેછે. ફાચરમાં પદાર્થ સ્થિર રહેછે, અને ફાચર પદાર્થમાં પેસે છે, એટલે ફાચર ખસેછે. અને પેચમાં પદાર્થ પેચને મથાળે કે પેચની નીચે રહેછે. પેચના દોરા ઉપર એટલે ઢાળની લંબાઇએ પદાર્થ રહેતેા નથી. પેચના દોરા પેચને ઉંચેા નીચેા કરવાનેજ કામ લાગેછે.

પ્ર૦ પેચમાં બળ અને વજન શા પ્રમાણમાં રહેછે ?

ઉ૦ પેચના દોરા વચ્ચેના અંતરનેા સરવાળે×વજન=પેચની લંબાઇ×બળ.

પ્ર૦ યાંત્રિક શક્તિએા કઇ કઇ છે ?

ઉ૦ ઉચ્ચાલન, ગરગડી, રેંટ, ઢાળ, ફાચર અને ફેર અથવા પેચ.

પ્ર૦ તમામ યાંત્રિક શક્તિએામાં કઇ યાંત્રિક શક્તિ વધારે ફાયદાકારકછે અને તે શાથી ?

ઉ૦ ગરગડી. કારણકે એક જડેલી ગરગડી સાથે જેટલી છૂટી ગરગડીએા વાપરીએ તે દરેક ગરગડીએ અર્ધું અર્ધું બળ એાછું થાયછે.

પ્ર૦ તમામ યાંત્રિક શક્તિઓમાં નફો નુકશાન શુંછે ?

ઉ૦ યાંત્રિક શક્તિઓથી થોડા બળે ઘણું કામ થઇ શકેછે; પણ તેમાં વખત વધારે જાયછે.

---

૭ ગુરુત્વાકર્ષણ.

પ્ર૦ ગુરૂત્વાકર્ષણ કોને કહે છે.

ઉ૦ ગુરૂ = ભારે + ત્વ = પણું + આકર્ષણ = ખેંચાણ=ભારે પણાને લીધે થતું ખેંચાણ. અથવા જે બળવડે પૃથ્વી દરેક પદાર્થને પોતાની ભણી ખેંચેછે તે બળને ગુરૂત્વાકર્ષણ કહેછે.

પ્ર૦ ગુરૂત્વાકર્ષણ બળ કયા કયા પદાર્થોમાં હોય છે; અને તે કેવી રીતે હોયછે ?

ઉ૦ સઘળા પદાર્થોમાં ગુરૂત્વાકર્ષણ બળ હોયછે, અને તે દરેક પદાર્થમાં રજકણના પ્રમાણમાં હોયછે. એટલે જે પદાર્થમાં વધારે રજકણો, તે પદાર્થમાં વધારે આકર્ષણ; અને જેમાં ઓછી રજકણો તેમાં ઓછું આકર્ષણ.

પ્ર૦ પદાર્થો ઓછા વત્તા ભારે કેમ લાગેછે ?

ઉ૦ ગુરૂત્વાકર્ષણને લીધે પદાર્થ પૃથ્વી ઉપર પડવાનું વલણ કરેછે. તેને પડી જતો અટકાવવાને આકર્ષણ તોડવાનું બળ વાપરવું પડેછે. તેથી પદાર્થ ભારે લાગેછે. જેમાં વધારે રજકણો તેને પડતો અટકાવવા વધારે બળ વાપરવું પડે તેથી તે ભારે લાગે અને જેમાં ઓછી રજકણો તેને પડતો અટકાવવા ઓછું બળ વાપરવું પડે તેથી તે ઓછો ભારે લાગેછે.

પ્ર૦ ગુરૂત્વાકર્ષણ બળ ન હોત તો શું પરિણામ આવત ?

ઉ૦ વસ્તુઓમાં ભાર હોત નહિ, તેથી પૃથ્વી ઉપરનો કોઇ પણ પદાર્થ હોઇ શકત નહિ. અને પૃથ્વી પણ હાલ જે સ્થિતિમાંછે તે સ્થિતિમાં રહી શકત નહિ એટલે આકાશના પોલાણમાં પૃથ્વી અને પદાર્થો ગમે ત્યાં ભટકયા કરત.

પ્ર૦ ગેલિલીઓ નામે વિદ્વાને ગુરૂત્વાકર્ષણના સંબંધમાં કયો નિયમ સિદ્ધ કર્યોછે ?

ઉ૦ પદાર્થ હલકો હોય કે ભારે હોય, તોપણ તેની દરેક રજકણપર પૃથ્વી સરખા બળથી આકર્ષણ કરેછે. અને તેમાં જેમ રજકણો વધારે હશે તેમ પૃથ્વી તેને વધારે બળથી ખેંચશે; અને રજકણો ઓછી હશે તેને ઓછા બળથી ખેંચશે.

પ્ર૦ બધાં પદાર્થો એકજ વખતે સરખા અંતરમાં નીચે પડવા જોઇએ, છતાં હલકી વસ્તુઓ કરતાં ભારે વસ્તુઓ ઝડપથી નીચે કેમ પડેછે ?

ઉ૦ પદાર્થ નીચે પડતાં વાતાવરણ સામો અટકાવ કરેછે તેથી.

પ્ર૦ હવા વાળી જગામાં પથરો અને પીછું સાથે એકજ જગાએથી એકજ વખતે નાંખીએ; અને હવા વગરની જગામાં પથરો અને પીછું સાથે એકજ જગાએથી નાંખીએ તો શું પરિણામ આવે ?

ઉ૦ ૧. હવા વાળી જગામાં પથરો અને પીછું સાથે નાંખવાથી પથરો વહેલો પડશે, અને પીછું પાછળથી પડશે. કારણ કે પીછા કરતાં પથરામાં વધારે રજકણો હોવાથી તેના ઉપર પૃથ્વીનું આકર્ષણ વધારે થવાથી હવા તેને થોડો અટકાવ કરેછે તેથી તે વહેલો પડેછે. અને પીછું ઓછી રજકણો વાળું હોવાથી હવા તેને વધારે અટકાવ કરી શકેછે તેથી તે મોડું પડેછે.

૨. હવા વગરની જગામાં પથરો અને પીછું સાથે નાંખવાથી હવાનો અંતરાય તેને નડતો નથી. તેથી પથરાની રજકણો ઉપર અને પીછાની રજકણો ઉપર આકર્ષણ બળ સરખું થવાથી બંને સાથેજ પડશે.

પ્ર૦ ન્યુટન નામના અંગ્રેજ તત્વવેત્તાએ ગુરૂત્વાકર્ષણના સંબંધમાં કયો નિયમ સિદ્ધ કર્યો છે ?

ઉ૦ દરેક પદાર્થને પૃથ્વી પોતાના મધ્યબિંદુ ભણી ખેંચે છે. એટલુંજ નહિ પણ પદાર્થો પૃથ્વીને પણ પોતાની તરફ ખેંચે છે. તેમજ પૃથ્વી ઉપરના તમામ પદાર્થો એક બીજાને અરસપરસ ખેંચે છે. પરંતુ પૃથ્વીની રજકણોનો જથો વધારે હોવાથી પદાર્થો પર પૃથ્વીનું આકર્ષણ થાય છે. તેથી પદાર્થો પૃથ્વી ઉપર પડી જાય છે. તમામ પદાર્થો એક બીજાને ખેંચે છે, છતાં પૃથ્વીના વધુ ખેંચાણને લીધે પદાર્થો જડત્વ ગુણ ધારણ કરી જે તે સ્થળે કાયમ રહે છે.

પ્ર૦ ગુરૂત્વાકર્ષણનો સામાન્ય નિયમ શો છે ?

ઉ૦ આકર્ષણ બળ પદાર્થોની રજકણોના સમૂહના પ્રમાણમાં થાય છે; અને અંતરના વર્ગના ઉલટા પ્રમાણમાં થાય છે. એટલે જેમ રજકણો વધારે તેમ આકર્ષણ વધારે, અને રજકણો જેમ ઓછી તેમ આકર્ષણ ઓછું પણ જેમ અંતર ઓછું તેમ આકર્ષણ વધારે; અને અંતર વધારે તેમ આકર્ષણ ઓછું થાય છે. ઉદા૦-એક પદાર્થમાં પાંચ રજકણ અને બીજામાં દસ રજકણ હોય તો પહેલા પદાર્થ કરતાં બીજા પદાથ ઉપર બમણું આકર્ષણ થશે, પણ બંને પદાર્થની રજકણો સરખી હોય છતાં પહેલા કરતાં બીજા પદાર્થ વચ્ચેનું અંતર બમણું હોય તો તેના વર્ગના ઉલટા પ્રમાણમાં એટલે ચાર ઘણું બળ ઘટશે. અને અંતર ત્રણ ઘણું હોય તો આકર્ષણ બળ નવ ઘણું ઘટશે.

પ્ર૦ અંતર વધવાથી તેજ વસ્તુનું વજન ઘટે છે તે સમજાવો ?

ઉ૦ પૃથ્વીની સપાટી ઉપર એક પદાર્થનું જેટલું વજન થાય, તેના કરતાં તે પદાર્થને પર્વતને મથાળે લઇ જઇ ચાંપના કાંટાથી જોખવાથી વજન ઘટેલું જણાશે. એજ પ્રમાણે એથી ઉંચે આકાશમાં લઈ જઇ જોખીશું તો પ્રથમ કરતાં પણ વજન ઘટેલું દેખાશે. ઉદા૦–પૃથ્વી ઉપર જે પદાર્થનું વજન ૬ શેર થાય, તેજ પદાર્થને ચંદ્ર ઉપર લઇ જઇ જોખીશું તો તે પદાર્થ એક શેર થશે. એ ઉપરથી સાબિત થાય છે કે જેમ અંતર વધે છે તેમ વજન ઘટે છે.

પ્ર૦ એક પદાર્થને વિષુવવૃત્ત ઉપર તોળતાં અને ધ્રુવ ઉપર તોળતાં શું પરિણામ આવશે ?

ઉ૦ પૃથ્વી ઉત્તર દક્ષિણ ચપટી અને પૂર્વ પશ્ચિમ ફૂલેલી છે, એટલે ઉત્તર દક્ષિણના વ્યાસ કરતાં પૂર્વ પશ્ચિમનો વ્યાસ ૨૬ મૈલ વધારે છે. તેથી ધ્રુવ પૃથ્વીના મધ્યબિંદુ પાસે હોવાથી ત્યાં પદાર્થમાં જેટલું વજન થશે, તેના કરતાં વિષુવવૃત્ત આગળ અંતર મધ્યબિંદુથી વધારે હોવાથી વજન ઘટશે.

પ્ર૦ અંતર પ્રમાણે વજન માપવામાં કયા કાંટાનો ઉપયોગ કરવો ?

ઉ૦ ચાંપના કાંટાનો. કારણ કે કાટલાં વાળા કાંટામાં તો પદાર્થ હલકો થાય એટલે કાટલાં પણ હલકાં થવાનાં; અને અંતર ઓછું થતાં પદાર્થ ભારે થાય એટલે કાટલાં પણ ભારે થવાનાં. તેથી ચાંપના કાંટાથીજ ખરૂં વજન જાણી શકાય છે.

પ્ર૦ દરેક પદાર્થ પર પૃથ્વી આકર્ષણ કયે સ્થળેથી કરે છે ?

ઉ૦ મધ્યબિંદુએથી.

પ્ર૦ હવા કરતાં જે વાયુઓ હલકા છે તેના ઉપર આકર્ષણ અસર કરી શકે કે નહિ ?

ઉ૦ ના. કારણ કે હવા કરતાં જે વાયુઓ હલકાછે તે હવા ઉપર તર્યા કરેછે. તેથી હવા તેને નીચે આવવા દેતી નથી. એટલે આકર્ષણ તેના ઉપર અસર કરી શકતું નથી.

પ્ર૦ પદાર્થનું માપ શા વડે સમજાય છે ?

ઉ૦ પદાર્થની દરેક રજકણ ઉપર પૃથ્વી પોતાના મધ્યબિંદુથી આકર્ષણ કરેછે. એ સર્વે બળોની જે એકત્ર અસર થાયછે તેનું માપ ભાર વડે સમજાયછે.

---

૮ गुरुत्व मध्यबिंदु.

પ્ર૦ ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ કોને કહેછે ?

ઉ૦ જે બિંદુએ ટેકો રાખ્યાથી પદાર્થ સમતોલ રહેછે તે બિંદુને ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ કહે છે.

પ્ર૦ ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ એટલે શું ?

ઉ૦ ગુરૂ = ભારે + ત્વ = પણું + મધ્યબિંદુ = ભારેપણાનું એટલે ભારનું મધ્યબિંદુ.

પ્ર૦ પદાર્થનું ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ શી રીતે ખોળી કઢાય ?

ઉ૦ નિયમિત આકારના પદાર્થનું ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ ભૂમિતિની રીતે શોધી કાઢી શકાય છે. પરંતુ અનિયમિત આકારનો પદાર્થ હોય તો વારા ફરતી જુદા જુદા બિંદુઓથી લટકાવી તે બિંદુથી પૃથ્વી ઉપર લંબ લીટીઓ દોરવી. આવી રીતે દોરેલી લીટીઓ જે બિંદુએ એક બીજાને છેદેછે, તે બિંદુ તે ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ કહેવાય છે.

પ્ર૦ ગુરૂત્વ રેખા કોને કહેછે ?

ઉ૦ કોઇ પણ પદાર્થના ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુથી પૃથ્વી ઉપર સીધી લીટી દોરીએ તેને ગુરૂત્વ રેખા કહેછે.

પ્ર૦ ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ પદાર્થમાં કયે સ્થળે હોયછે ?

ઉ૦ કેટલાક પદાર્થોમાં તે પદાર્થનું મધ્યબિંદુ તેજ તેનું ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ હોયછે, કેટલાક પદાર્થોમાં તેના પૃષ્ટ ઉપર ગમે ત્યાં અને કેટલાક પદાર્થોમાં પૃષ્ટની બહાર ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ હોયછે.

ઉદા૦—ત્રાજવા વગેરેમાં દાંડીમાં મધ્યબિંદુ તેજ તેનું ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ હોયછે. અનિયમિત આકારના પદાર્થોમાં તેના પૃષ્ટ ઉપર ગમે તે જગાએ તેનું ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ હોયછે. અને વાળેલા કામઠામાં કામઠાની બહાર ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ હોયછે.

પ્ર૦ પદાર્થની ગુરૂત્વ રેખા પદાર્થમાં કયે સ્થળે થઇને જાય છે ?

ઉ૦ પદાર્થના પાયાની અંદર અથવા પાયાની બહાર પણ કેટલાક પદાર્થોમાં જાયછે.

પ્ર૦ પાયો કોને કહેછે ?

ઉ૦ પદાર્થનો જેટલો ભાગ સપાટી ઉપર મૂકતાં સપાટીને અડકે તેટલા ભાગને પાયો કહેછે.

પ્ર૦ ગુરૂત્વ રેખા પાયાની અંદર અથવા બહાર પડે તો શું પરિણામ આવે ?

ઉ૦ ગુરૂત્વ રેખા પદાર્થના તળીઆ–પાયાની અંદર થઇને જશે તો પદાર્થ ઉભો રહી શકશે; અને ગુરૂત્વ રેખા પાયાની બહાર પડશે તો પદાર્થ પડી જશે.

પ્ર૦ ખભે ભાર લઈ આપણે આગલી તરફ અથવા એક હાથમાં બોજો લઇ બીજી તરફના ખાલી હાથ બાજુ શા માટે નમીએ છીએ?

ઉ૦ ગુરૂત્વ રેખા પાયાની અંદર લાવવા માટે. જો એ પ્રમાણે નમીએ નહિ તો ચાલી શકાય નહિ; અથવા પડી જવાનો સંભવ રહેછે માટેજ નમીએ છીએ. કુસ્તી કરનારા પહોળા પગ કરીને ઉભા રહેછે તે પણ આજ કારણને લીધે. કારણ કે પહોળા પગ કરી ઉભા રહેવાથી ગુરૂત્વ રેખા લાંબા પાયાની અંદર આવવાથી સહેલાઇથી ખસી જતી નથી. દીવીનું તળીઉં ચાડા કરતાં પહોળું રાખવાનું કારણ પણ આજછે.

પ્ર૦ ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ તળીઆથી ઉંચું કે નીચું રહે તો શું પરિણામ આવે ?

ઉ૦ ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ તળીઆથી નીચું રહે તો પદાર્થ પડી જવાનો સંભવ રહેતો નથી, અને તે તળીઆથી ઉંચું રહે તો પદાર્થ પડી જવાનો સંભવ વધુ રહે છે. ઉદા૦—ઘરના કરા તળીઆ કરતાં ઉપરથી પહોળા હોય તો કરા વહેલા પડી જાયછે માટેજ નીચેથી પહોળા રાખી ઉપર સાંકડા કરતા જાયછે.

તેમજ ગાડામાં કડબનો ભાર ભરેછે, ત્યારે નીચેથી પહોળો ભરેછે, અને ઉપરથી સાંકડો ભરેછે. કારણ કે પહોળા ભારમાં ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ નીચે રહેવાથી પડી જવાનો સંભવ ઓછો રહેછે.

ગાડામાં કે નાવડામાં ઉભા રહેવા કરતાં બેસવું સલામતી વાળું છે. કારણ કે ઉભા રહેવાથી ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ ઉંચું રહેછે તેથી પડી જવાનો સંભવછે, પણ બેસવાથી ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ નીચું આવે છે તેથી પડી જવા સંભવ થોડો રહેછે.

---

૯ અવાજ.

પ્ર૦ અવાજ કોને કહેછે ?

ઉ૦ પદાર્થોના અથડાવાથી, પ્રાણીઓના પોકારથી અથવા બીજી કોઇ રીતે હવામાં નડતર થતાં તેમાં મોજાં ઉત્પન્ન થઇ તે મોજાં કાનની અંદરના પડદા સાથે અથડાઈ કાનની ઇંદ્રિય પર બોધ કરેછે તેને **અવાજ** કહેછે.

પ્ર૦ અવાજનાં બીજાં ક્યાં નામછે ?

ઉ૦ નાદ, ધ્વનિ.

પ્ર૦ હવામાં મોજાં શી રીતે થાયછે ?

ઉ૦ પાણીમાં પથરો નાંખવાથી જેમ મોજાં થાયછે તેમ કોઇ અવાજથી તેની આસપાસની રજકણો ધ્રુજી, તેની આગળની હવાની રજકણોને ધ્રુજાવેછે; એમ આગળ આગળ હવામાં ધ્રુજારો ઉત્પન્ન થઇ મોજાં થાયછે. તેમાં હવા પોતે ગતિ કરતી નથી; પણ પોતાને મળેલી ગતિ પાસેની હવાને આપી હવા પોતે પોતાને સ્થળે રહેછે. એ પ્રમાણે ધક્કા અથવા આન્દોલનથી મોજાં ઉત્પન્ન થાયછે.

પ્ર૦ અવાજ કઈ દિશામાં સંભળાય છે; અને તેમ થવાનું કારણ શું ?

ઉ૦ અવાજ બધી દિશામાં—ચારે તરફ સંભળાયછે, કારણ કે થતા અવાજની આસપાસ બધે હવા રહેલીછે, તેથી બધી તરફની હવાની રજકણો અવાજને લીધે ધ્રુજેછે, અને તેથી બધી તરફ મોજાં થવાથી અવાજ ચારે તરફ સંભળાયછે.

પ્ર૦ અવાજ ક્યારે સંભળાતો નથી ?

ઉ૦ હવા વગરની ખાલી જગામાં અવાજ થયો હોય તો તે

સંભળાતો નથી. કારણ કે અવાજને લઇ જનાર હવા ન હોવાથી મોજાં થતાં નથી, અથવા હવાનાં મોજાંને અંતરાય નડે તો તે આગળ જઇ શકતાં નથી, તેથી અવાજ સંભળાતો નથી, અથવા કાનની ઇંદ્રિય ઉપર કોઇ તરેહની ખામી થાય તો અવાજ સંભળાતો નથી.

પ્ર૦ હવામાં અવાજનાં મોજાં શાથી ઉત્પન્ન થાયછે?

ઉ૦ પદાર્થોના અથડાવાથી પદાર્થોની રજકણો ધ્રુજી ગતિમાં આવેછે; એ ગતિમાં આવેલી રજકણો તેની સાથે રહેલી હવાને ધ્રુજાવી મોજાં ઉત્પન્ન થાયછે.

પ્ર૦ અવાજનાં મોજાંને લઇ જનાર કયા કયા પદાર્થોછે?

ઉ૦ હવા, અને ઘન તથા પ્રવાહી પદાર્થો. જે પદાર્થો સ્થિતિસ્થાપકછે તેનાથી અવાજનાં મોજાં વહેલાં જાયછે.

પ્ર૦ અવાજ જે વખતે થાયછે તેજ વખતે સામે સંભળાયછે કે નહિ; તે કારણ સાથે જણાવો?

ઉ૦ ના, મોડો સંભળાયછે. કારણ કે અવાજને હવામાં મોજાં થઇ આવતાં વાર લાગેછે. જેટલી વાર લાગે તેટલો અવાજ મોડો સંભળાયછે. ઉદા૦—તળાવમાં લૂગડાં ધોતાં ઝીક પડેછે, તે સામે કિનારે રહી આપણે જોઇશું, તો ઝીક જે વખતે પડેછે તે વખતે અવાજ આપણે સાંભળી શકતા નથી, પણ ઝીક પડયા પછી કેટલીક વારે અવાજ સાંભળીએ છીએ તેનું કારણ અવાજનાં મોજાંને આવતાં વાર લાગેછે તેછે.

પ્ર૦ અવાજને વેગ કેટલોછે?

ઉ૦ સાધારણ ઉષ્ણતામાનવાળી હવામાં એક સેકંડે ૧૧૪૦ ફૂટ છે. શરદીવાળી હવામાં એ કરતાં ઓછો, અને સુકી હવામાં એ કરતાં વધારે વેગછે. હવા કરતાં પાણીમાં અવાજનો વેગ ચાર ઘણોછે; લા-

કડામાં દસ ઘણો, તથા લોઢામાં પંદર ઘણોછે. જે પદાર્થો સ્થિતિસ્થાપકછે અને જેમાં રજકણો ઘણી ઘટ્ટ—પાસે પાસે હોયછે તેમાં હવા કરતાં અવાજને લઈ જવાનો વેગ વધારેછે.

પ્ર૦ અવાજ કાને શાથી સંભળાયછે?

ઉ૦ આપણો બહારનો કાન દેખાયછે તે અવાજ અથવા ધ્રુજતા તરંગોને એકઠા કરી કાનના કુવામાં થઇને અંદરના લાંબા નાજુક પડદા લગી લઇ જાયછે. એ પડદો તરંગોને ગુંચવણ ભરેલા માર્ગમાં થઇને અંદર બીજા પડદા લગી લઇ જાયછે, અને તે પડદો અંદરના કાનમાં જાયછે. આ અંદરના કાનમાં પ્રવાહી ભરેલો હોઇ ત્રીજા પડદા જોડે તેનો સંબંધ થએલો હોયછે. આ પડદામાં સાંભળવાની ઇંદ્રિયના જ્ઞાનતંતુના શુમારે ૩૦૦૦ અતિ સૂક્ષ્મ તંતુઓછે. એ તંતુઓ મગજને ઇંદ્રિય બોધ પહોંચાડેછે, તેથી આપણે અવાજ સાંભળીએ છીએ.

પ્ર૦ કેટલાક અવાજ આપણને પ્રિય લાગેછે, અને કેટલાક અપ્રિય લાગેછે, તેનું કારણ શું?

ઉ૦ હવામાં અવાજના નિયમિત આન્દોલનથી સુસ્વર થાયછે તે પ્રિય લાગેછે. અને અનિયમિત આન્દોલનથી ઘોર થાયછે તે અપ્રિય લાગેછે.

---

૧૦ गरमी के उष्णताना उत्पत्ति.

પ્ર૦ ગરમી કોને કહેછે?

ઉ૦ પદાર્થની રજકણો અતિશય ધ્રુજતી ગતિમાં આવેછે; ત્યારે તેમાં જે વિશેષ શક્તિ ઉત્પન્ન થાયછે તેને **ગરમી** કહેછે.

પ્ર૦ ગરમી એ શુંછે ?

ઉ૦ ગરમી એ શક્તિછે, અથવા એક પ્રકારનું ગતિબળછે. તે પદાર્થ નથી. કારણકે તે જગા રોકતી નથી, તેને વાસ્તવિકરૂપ નથી, તેનામાં ભાર નથી. માત્ર તે અસરથી જણાયછે.

પ્ર૦ ગરમીની અસરો કેટલીછે; અને તે શું કાર્ય કરેછે ?

ઉ૦ એ. ૧. પદાર્થને ફુલાવેછે; અને ૨. પદાર્થનાં રૂપ બદલે છે-રૂપાંત્તર કરેછે.

પ્ર૦ ગરમીનાં નામ કયાં કયાં છે ?

ઉ૦ ગરમી, ઉષ્ણતા, ઉષા, ઉષ્મા, તાપ વગેરે.

પ્ર૦ ગરમી ક્યાંથી આવેછે ?

ઉ૦ ગરમીનું મોટું મૂળ સૂરજછે. એ સિવાય દીવો, દેવતા વગેરે સળગતા અને સ્વપ્રકાશ પદાર્થમાંથી તથા પદાર્થો એક બીજા સાથે અફાળવાથી ગરમી ઉત્પન્ન થાયછે, તેમજ કેટલાક પદાર્થોનો રસાયનિક સંયોગ થવાથી ગરમી ઉત્પન્ન થાયછે.

પ્ર૦ ગરમી શાથી ઉત્પન્ન થાયછે ?

ઉ૦ પદાર્થની રજકણોની ધ્રુજતી ગતિને લીધે તેમાં ગરમી ઉત્પન્ન થાયછે. એટલે જે પદાર્થોમાં ધ્રુજતી ગતિનો વેગ સૌથી વધારે હોય તેઓ અતિશય ગરમ હોયછે, અને જે પદાર્થોમાં ધ્રુજતી ગતિનો વેગ ઓછો હોય તે પદાર્થો થોડા ગરમ હોયછે. પદાર્થોને દાબવાથી, અફાળવાથી, ઘસવાથી કે ગરમ પદાર્થો પાસે રાખવાથી તેમાં ગરમી ઉત્પન્ન થાયછે.

પ્ર૦ ગરમીને ફેલાવનાર કયો પદાર્થછે ?

ઉ૦ ઈથર નામનો અતિ પાતળો, પારદર્શક, પ્રવાહી અને સ્થિ-

તિસ્થાપક વાયુછે. તે એક પદાર્થમાંથી બીજા પદાર્થમાં ગરમીને ફેલાવેછે.

પ્ર૦ ઇથર ક્યાં રહેલોછે ?

ઉ૦ તે અતિ ઘટ અને પારદર્શક, નક્કર અને પ્રવાહી, અતિ પાતળા વાયુઓ અને તારાવાળું આકાશ ઇત્યાદિ તમામ પદાર્થોમાં રહેલોછે.

પ્ર૦ ઇથરનાં મોજાં ગરમી કેવી રીતે ફેલાવેછે ?

ઉ૦ જેવી રીતે હવામાં અવાજનાં મોજાં ઉત્પન્ન થાયછે; અને તેનાથી અવાજ આપણે સાંભળીએ છીએ. તેવી રીતે તપાવેલા અથવા પ્રકાશિત પદાર્થની રજકણો અતિશય ત્વરા વાળી ધ્રુજતી ગતિમાં આવી ઇથરનાં મોજાં ઉત્પન્ન કરેછે. એટલે એક પદાર્થમાંથી બીજા પદાર્થમાં ગરમી જાયછે. અથવા ઇથરની ધ્રુજતી ગતિ એક પદાર્થનો ધ્રુજારો બીજા પદાર્થમાં લઈ જાયછે. તેથી ગરમી ઉત્પન્ન થાયછે.

પ્ર૦ ઇથરનાં મોજાંનો વેગ કેટલોછે ?

ઉ૦ ખાલી જગામાં એક સેકન્ડે ૧૮૬૦૦૦ મૈલછે.

પ્ર૦ ગરમીથી પદાર્થ કેમ ફૂલેછે ?

ઉ૦ પદાર્થમાં ઉષ્ણુતા ઉત્પન્ન થતાં ધ્રુજતી ગતિ ઉત્પન્ન થાયછે, તેથી સંબંધાકર્ષણ બળ ઘટી જાયછે, અને પ્રતિસારક બળ વધેછે એટલે પદાર્થ ફૂલેછે.

પ્ર૦ ગરમીના કાર્યથી પદાર્થની સ્થિતિમાં શો ફેરફાર થાયછે ?

ઉ૦ ઘન પદાર્થમાં સંબંધાકર્ષણ બળ એકલું હોયછે. તેને ગરમી આપ્યાથી સંબંધાકર્ષણ બળ ઘટેછે અને પ્રતિસારક બળ સંબંધાકર્ષણ બળની બરાબર થાયછે, એટલે પદાર્થો પ્રવાહી થાયછે. એ પ્રવાહી પદાર્થને વધારે ગરમી આપ્યાથી પ્રતિસારક બળ વધી સંબંધાકર્ષણ બળનો નાશ કરે છે. એટલે છેવટે પ્રવાહી રૂપ બાફલાપ બેની વચાળ

કે વાયુ રૂપ થાય છે, અને ગરમી નીકળી જતાં ઉલટું થાય છે એટલે પદાર્થ સંકોચાઈ પ્રવાહી હોય તે નક્કર થાય છે; અને વાયુ રૂપ હોય તે પ્રવાહી થાય છે.

પ્ર૦ પ્રકાશનાં કિરણ અને ગરમીનાં કિરણમાં શો તફાવત છે?

ઉ૦ કેટલાક પદાર્થો વધારે પારદર્શક હોય છે અને કેટલાક ઓછા પારદર્શક હોય છે, તેથી તેઓમાં થઇને પ્રકાશ વધારે કે ઓછો જઇ શકે છે. પરંતુ પ્રકાશની પેઠે સઘળા પદાર્થોમાં ઉષ્ણતાનાં કિરણ સરખી સહેલાઇથી જઇ શકતાં નથી. વળી ગરમીનાં કિરણોને પેસવા દેવાની પદાર્થની શક્તિનો ઘણો આધાર જે મૂળમાંથી ગરમી નીકળે છે તેના ઉપર છે.

ઉદા૦ રંગીત કાચમાં થઇને સૂર્યની ગરમીનાં કિરણ જેવી સહેલાઇથી જાય છે, તેવી સહેલાઇથી જ્યોતિમાંથી નીકળતી ગરમીનાં કિરણ જશે નહિ.

પ્ર૦ સૂર્યની ગરમીનાં કિરણ રંગીત કાચમાં થઇને સહેલાઇથી જઇ શકે છે એ ગુણનો વ્યવહારમાં શો ઉપયોગ થાય છે?

ઉ૦ ઠંડા મૂલકોમાં છોડને રાખવા માટે કાચનાં ઘર બનાવેછે. કારણ કે કેટલાક છોડ એવા હોય છે કે તેમને પુષ્કળ ગરમી જોઇએ છે. અને તેમને વધવા માટે જેટલી ગરમીની જરૂર છે, તેટલી ગરમી કાચનાં ઘર સંઘરી રાખે છે.

પ્ર૦ કાચનાં ઘર ગરમી સંઘરી રાખે છે તેનું કારણ શું?

ઉ૦ સૂર્યનાં કિરણ સીધાં પડે છે, તે કાચમાં થઇને સહજ જાય છે. પરંતુ તેઓ પૃથ્વી ઉપર પડે છે, ત્યારે તેમનું રૂપ બદલાઇ જઇ પહેલાંની પેઠે કાચમાં થઇને સહેલાઇથી જઇ શકતાં નથી. માટે એ કિરણો અંદર રહી ગરમી એકઠી કરે છે.

ઉનાળામાં જે ઓરડામાં કાચની બારીઓ હોય છે તેમાં ગરમી વધારે રહે છે તેનું કારણ પણ કાચ સૂર્યની ગરમીને પાછી જવા ન દેતાં સંઘરી રાખેછે તેજછે.

---

૧૧ ગરમીની ગતિ.

પ્ર૦ ગરમી એક પદાર્થમાંથી બીજા પદાર્થમાં કેટલી જાયછે ?

ઉ૦ ગરમ પદાર્થમાંથી ઠંડા પદાર્થમાં બંને પદાર્થ સરખા ગરમ થવા સુધી ગરમી જાયછે.

પ્ર૦ ગરમી કેટલી અને કઇ કઇ રીતે ગતિ કરે છે ?

ઉ૦ ત્રણ રીતે ૧. ઇથરમાં મોજાં મારફત, ૨. પદાર્થના પરમાણુ ધ્રુજી સંસર્ગથી બીજા પદાર્થનાં પરમાણુને ધ્રુજાવી ગરમી વહેવરાવે છે, ૩. પદાર્થની રજકણોનું ભ્રમણ થઇ ગરમી વહે છે.

પ્ર૦ ઇથરનાં મોજાં મારફત ગરમી કેવી રીતે વહે છે ?

ઉ૦ સૂર્યમાંથી પૃથ્વી ઉપર ગરમી આવતાં પદાર્થો ગરમ થાય છે, અથવા તાપણી સળગાવતાં તેની આસપાસ વેગળેથી પણ ગરમી લાગે છે. તેમાં સૂર્ય અને પદાર્થનો કે તાપણી અને પદાર્થનો પ્રત્યક્ષ સંયોગ થતો નથી, છતાં પદાર્થ ગરમ થાય છે. એ ગરમી ઇથરની રજકણોના ઉતાવળા આંદોલનના લીધે ઇથરમાં થઇને આવે છે અને કિરણરૂપે પદાર્થને પહોંચે છે.

પ્ર૦ ઇથરનાં મોજાં મારફત જે ગરમી પદાર્થને મળે છે તે ક્રિયાને શું કહે છે ?

ઉ૦ ઉષ્ણતા ગમન કે કિરણ પાતન કહે છે. કારણ કે ગરમ પદાર્થોમાં ગરમીને ફેલાવી દેવાની શક્તિ હોય છે તેથી તેને ઉષ્ણતા ગમન શક્તિ કે **કિરણ પાતન શક્તિ** કહેછે.

પ્ર૦ ઉષ્ણતા ગમન કે કિરણ પાતનની ઉષ્ણતા કઇ બાજુએ ફેલાય છે ?

ઉ૦ બધી બાજુએ. ઉદ્દા૦—તાપણીની આસપાસ બેઠેલા બધા માણસને ગરમી લાગેછે; અથવા સૂર્યમાંથી આવતી ગરમી બધા પદાર્થોને ગરમ કરેછે.

પ્ર૦ ઉષ્ણતા ગમનની ક્રિયા ક્યા પદાર્થોમાંથી થાયછે ?

ઉ૦ સૂર્ય, દીવેા, દેવતા અને વધારે ઉષ્ણતા માનવાળા બધા પદાર્થમાંથી.

પ્ર૦ સંસર્ગથી ગરમી બીજા પદાર્થોમાં કેવી રીતે વહેછે ?

ઉ૦ લેાઢાનેા સળીઓ એક છેડેથી તપાવતાં બીજો છેડો પણ ગરમ થાયછે. આ ક્રિયામાં ગરમ થયેલી લેાઢાની રજકણેા ધ્રુજી નજીકની રજકણેાને ધ્રુજાવી ગરમી એક રજકણમાંથી બીજી રજકણમાં વહેવરાવેછે. આ ક્રિયામાં રજકણેા જ્યાંની ત્યાંજ રહેછે. માત્ર રજકણેાનેા ધ્રુજારેા થઈ ગરમી વહેછે. આ ક્રિયાને **ઉષ્ણતા વહન** કે **ઉષ્ણતા સંચારણ** કહેછે.

પ્ર૦ ઉષ્ણતા વહનની ક્રિયા કયા પદાર્થોમાં થાયછે ?

ઉ૦ શિઘ્ર વાહક પદાર્થોમાં ઉતાવળે અને મંદવાહક પદાર્થોમાં ધીમે ધીમે ઉષ્ણતા વહનની ક્રિયા થાયછે.

પ્ર૦ શિઘ્ર વાહક પદાર્થ કેાને કહેછે ?

ઉ૦ જે પદાર્થ ગરમીને ઉતાવળે લઇ બીયછે તેને એટલે એક છેડેા ગરમ કરતાં બીજો છેડેા પણ જલદી ગરમ થઇ જાયછે તેને **શિઘ્ર વાહક પદાર્થ** કહેછે.

પ્ર૦ શિઘ્ર વાહક પદાર્થો કયા કયાછે ?

ઉ૦ તમામ ધાતુઓ. જેમકે રૂપું, ત્રાંબુ, સોનું, પિત્તળ, કલાઇ, લોઢું, સીસું. એ ધાતુઓ ઉતરતા અનુક્રમે શિઘ્ર વાહકછે.

પ્ર૦ મંદવાહક પદાર્થ કોને કહેછે ?

ઉ૦ જે પદાર્થ ગરમીને ધીમે ધીમે લઇ જાયછે તેને મંદવાહક કહેછે. એટલે જે પદાર્થનો એક છેડો ગરમ કરતાં બીજો છેડો ગરમ થતો નથી અથવા ઘણોજ થોડો ગરમ થાયછે તેને મંદવાહક કહેછે.

પ્ર૦ મંદવાહક પદાર્થો કયા કયા છે ?

ઉ૦ માટીનાં વાસણ, આરસપહાણ, ઇંટ, કાચ, લાકડું, કાગળ, લૂગડું, હાથીદાંત, પાણી, તેલ, ઉન, રૂ, પીંછાં, ઘાસ, શણ રેશમ વગેરે.

પ્ર૦ કયા પદાર્થો ઉષ્ણતાના ઘણાજ થોડા વાહક છે ?

ઉ૦ હવા, ગંધક, ઓક્સિજન, પાણી, વાયુઓ વગેરે ઘણાજ મંદવાહક પદાર્થછે.

પ્ર૦ રજકણોનું ભ્રમણ થઇ ગરમી કેવી રીતે વહેછે ?

ઉ૦ ઉનામણામાં પાણી ગરમ કરતાં પ્રથમ તળીઉં ગરમ થઇ તળીયા ઉપરના પાણીની રજકણો ગરમ થઇ ફૂલી હલકી થવાથી ઉપર આવેછે, અને ઉપરની ઠંડી અને ભારે રજકણો નીચે જાયછે, આ પ્રમાણે ગરમ થયેલી રજકણો ઉપર આવેછે અને ઠંડી નીચે જાયછે. એટલે નીચેથી ગરમી મળતા સુધી પાણીની રજકણોનું ભ્રમણ થઇ ગરમી વહે છે. દેવતા ઉપરની હવામાં પણ આજ પ્રમાણે હવાની રજકણોનું ભ્રમણ થઇ ગરમી વહેછે. એટલે ઉપરનું પાણી જેમ ગરમ થાયછે. તેમજ દેવતા ઉપરની હવા પણ ગરમ થાયછે. આ ક્રિયામાં રજકણોની સાથે ગરમી જાયછે. એટલે રજકણો સ્થળ બદલેછે. આ ક્રિયાને ઉષ્ણતા નયન કહેછે.

પ્ર૦ ઉષ્ણતા નયનની ક્રિયા કયા પદાર્થોમાં થાયછે ?

ઉ૦ પ્રવાહી અને વાયુરૂપ પદાર્થોમાં.

પ્ર૦ શિયાળામાં ઊનનાં લૂગડાં કેમ પહેરીએ છીએ ?

ઉ૦ ઊન જાતે ગરમ નથી પણ મંદવાહક હોવાથી શરીરની અંદરની ગરમીને બહાર નીકળી જવા દેતું નથી. પણ અંદરની ગરમીને સાચવી રાખેછે, અને શરીરને બહારનો ઠંડો વા લાગવા દેતું નથી. વળી બધાં લૂગડાંમાં ઊન અતિ મંદવાહકછે. તેથી ઊનનાં લૂગડાં શિયાળામાં પસંદ કરીએ છીએ.

પ્ર૦ શિયાળામાં કયા રંગનાં કપડાં પસંદ કરવાં; અને તે શા કારણથી ?

ઉ૦ કાળા રંગનાં. કારણકે કાળાં લૂગડાં સૂર્યનાં ગરમ કિરણોનું શોષણ કરેછે. સૂતરાઉ ધોળા રંગનાં લૂગડાં કરતાં સૂતરાઉ કાળા રંગનાં કપડાં શિયાળામાં પહેરવાં સારાંછે અને સૂતરાઉ કાળા રંગ કરતાં ધોળા ઊનનાં ઊન અતિ મંદવાહક હોવાથી સારાંછે. અને ધોળા ઊન કરતાં કાળા ઊનનાં કપડાં સૌથી વધારે સારાંછે. કારણ ઊન અતિ મંદવાહક હોવાથી શરીરની ગરમીને સાચવી રાખેછે. અને સૂર્યનાં ગરમ કિરણોનું શોષણ કરેછે. તેથી ઊનનાં કાળાં લૂગડાંથી બેવડી ગરમી મળેછે.

પ્ર૦ ઉનાળામાં સૂતરાઉ ધોળાં લૂગડાં કેમ પસંદ કરીએ છીએ ?

ઉ૦ સૂતર વાહકછે. ધોળો રંગ થોડી ગરમીનાં કિરણોનું શોષણ કરેછે. એટલે ધોળાં લૂગડાં શરીરની ગરમીને સાચવી ન રાખતાં બહાર ફેંકી દેછે; તેમજ સૂર્યની ગરમીનાં કિરણો તેના ઉપર પડી પાછાં ફેંકાઇ જાયછે, તેથી ધોળાં લૂગડાં ઠંડાં રહેછે, માટે ધોળાં સૂતરાઉ લૂગડાં પસંદ કરીએ છીએ.

પ્ર૦ ગરમી લેવાના સંબંધમાં પદાર્થનો કયો નિયમછે ?

ઉ૦ જે પદાર્થો શોષકછે તેઓ કિરણ રૂપે વધારે ગરમી આપે છે, અને જેઓ મંદ શોષકછે તેઓ થોડી ગરમી આપેછે.

પ્ર૦ માથામાં તેલ ઘાલવાનું કારણ શું ?

ઉ૦ તેલ પ્રવાહી પદાર્થછે. અને પ્રવાહી પદાર્થો મંદવાહકછે. મંદવાહક પદાર્થોમાં બહારની ગરમી બહુ પ્રવેશ કરી શકતી નથી, તેથી માથામાં તેલ ઘાલવાથી સૂર્યની ગરમી પ્રવેશ કરી શકતી નથી.

પ્ર૦ ગરમી ત્રણે રીતે ગતિ કરે એવો દાખલો આપો ?

ઉ૦ ધગ ધગતો લોઢાનો ગોળો લઇ લોઢાના બાજટ ઉપર મૂકવાથી લોઢાનો બાજટ ગરમ થાયછે તે ઉષ્ણતા વહનની ક્રિયાછે, ગોળા ઉપરનું વાતાવરણ ગરમ થાયછે તે ઉષ્ણતા નયનની ક્રિયાછે, અને ગોળાની આજુબાજુ આપણને જે ગરમી લાગેછે તે ઉષ્ણતા ગમન અથવા કિરણ પાતનની ક્રિયાછે.

---

૧૨ છુપી કે ગુપ્ત ગરમી.

પ્ર૦ ગુપ્ત ગરમી કોને કહેછે ?

ઉ૦ ઘન પદાર્થને પ્રવાહી કરવાને કે પ્રવાહીને વાયુરૂપ કરવાને જે ગરમી વપરાયછે તેને **છુપી કે ગુપ્ત ગરમી** કહેછે.

પ્ર૦ ઘન પદાર્થને ગરમ કરવાથી શું થાયછે ?

ઉ૦ ગરમીથી રજકણો ફૂલી તેનું કદ વધી સંબંધાકર્ષણ બળ ઘટી પ્રથમ પ્રવાહી અને પ્રતિસારક બળ વધી છેલ્લે વાયુરૂપ સ્થિતિમાં આવેછે.

પ્ર૦ દ્રાવણ બિંદુ કોને કહેછે ?

ઉ૦ ઘન પદાર્થ જેટલા અંશના ઉષ્ણતામાને પીગળી પ્રવાહી રૂપમાં આવે છે, તે અંશ તે પદાર્થનું દ્રાવણ બિંદુ કે ઓગળ બિંદુ કહેવાયછે.

પ્ર૦ જુદા જુદા પદાર્થનાં દ્રાવણ બિંદુ કયાં કયાંછે ?

ઉ૦ સેન્ટિગ્રેડ યંત્રના માપથી બરફનું શુન્ય અંશ, માખણ ૩૩, ફોસ્ફરસ ૪૪, મીણ ૬૫, ગંધક ૧૪૪, કલઇ ૨૨૭, સીસું ૩૨૬, જસત ૪૨૨, રૂપું ૯૪૫, સોનું ૧૦૩૫ અને ચડેલા લોઢાનું ૧૬૦૦ અંશ દ્રાવણ બિંદુછે.

પ્ર૦ ગુપ્ત ગરમી શું કાર્ય કરેછે ?

ઉ૦ ઘન પદાર્થમાં રહેલા સંબંધાકર્ષણ બળને તોડી પ્રવાહી કરવામાં, અને પ્રવાહીમાં રહેલા બળને તોડી પ્રતિસારક બળ વધારી વાયુરૂપ કરવામાં એ ગુપ્ત ગરમી વપરાયછે.

પ્ર૦ બરફ અને પાણીને સરખાં તપાવી ગરમી માપીએ તો શું પરિણામ આવે ?

ઉ૦ શુન્ય અંશના એક શેર બરફના કકડા અને શુન્ય અંશનુ એક શેર પાણી જુદા જુદા પ્યાલામાં ભરી, દરેકમાં ઉષ્ણતા માપક યંત્ર મૂકી, બંનેને ઉકળતા પાણીની વરાળમાં ધરી રાખીએ તો પાણી-વાળા પ્યાલાનું ઉષ્ણતામાન વધશે, પણ બરફ વાળા પ્યાલાનું ઉષ્ણ-તામાન તેટલુંજ રહેશે અને જ્યાં સુધી બરફની દરેક કણી પીગળી રહે ત્યાં સુધી તેનું ઉષ્ણતામાન શુન્યજ રહેશે, અને તે વખતે પાણીનુ ઉષ્ણતામાન ૮૦ અંશ થશે. આ પ્રયોગથી સિદ્ધ થાયછે કે બરફનું પાણી થવામાં ૮૦ અંશ ગરમી વપરાઇ છતાં ઉષ્ણતા માપક યંત્રમાં જણાઇ નહિ. આ ઉષ્ણતાને **પાણીની ગુપ્ત ગરમી** કહેછે.

પ્ર૦ બરફનું પાણી કરવામાં ઉષ્ણુતા વાપરી છતાં જણાઇ નહિ તો તે ઉષ્ણુતા–ગરમી ક્યાં ગઇ ?

ઉ૦ બરફની રજકણો જે સંબંધાકર્ષણ બળને લીધે જોડાયલી રહેલીછે, તે બળને તોડી નાંખી રજકણોં છુટી પાડવામાં એ ગરમી વપરાઇ ગઇ.

પ્ર૦ બરફનું પાણી થવામાં જે ગરમી સમાઇછે તે ફરી પાછી ક્યારે નીકળેછે ?

ઉ૦ પાણીનું ફરી બરફ બનેછે ત્યારે.

પ્ર૦ વરાળની ગુપ્ત ગરમી કોને કહેછે ?

ઉ૦ પાણીને તપાવીને વરાળ કરીએ તો સેન્ટિગ્રેડન ૧૦૦ અંશ સુધી પારો ચઢશે. પછી તેને ગરમી આપ્યા કરીશું તો પણ પારો બિલકુલ ઉંચો ન ચઢતાં ૧૦૦ અંશ ઉપરજ સ્થિર રહેશે. આમાં વધારાની જે ગરમી તે વરાળમાં વપરાઇછે, તેને **વરાળની ગુપ્ત ગરમી** કહેછે.

પ્ર૦ પાણીની વરાળ કરવામાં ઉષ્ણુતા વાપરી છતાં તે જણાઇ નહિ તો તે ક્યાં ગઇ ?

ઉ૦ પાણીની રજકણો જે બળને લીધે જોડાયલી રહેલીછે તે બળને તોડી નાંખી રજકણો છૂટી પાડી વરાળ બનાવવામાં એ ગરમી વપરાઈ ગઈ.

પ્ર૦ વરાળની છુપી ગરમીનું પ્રમાણ શુંછે ?

ઉ૦ છ રતલ શુન્ય અંશના ઠંડા પાણીમાં એક રતલ વરાળ પસાર કરવાથી પાણી ગરમ થઇ ૧૦૦ અંશનું થાયછે. એટલે વરાળ થવામાં છુપી રહેલી ૫૦૦ અંશ ગરમી પાણીને ગરમ કરવામાં વપરાઇ

ગઈ, અને વરાળની છુપી ગરમી જતી રહેવાથી પાણી ૧૦૦ અંશનું ગરમ થયું આ ઉપરથી સિદ્ધ થાયછે કે વરાળની ગુપ્ત ઉષ્ણતા ૬૦૦ અંશછે.

પ્ર૦ બરફ શી રીતે બનાવવામાં આવેછે ?

ઉ૦ વરાળની છુપી ગરમીના નિયમે કૃત્રિમ ઠંડી ઉત્પન્ન કરી પાણીનું બરફ કરવામાં આવેછે.

પ્ર૦ શરીરે પરસેવો વળ્યો હોય ત્યારે પંખાવડે પવન નાખવાથી ઠંડક કેમ લાગેછે ?

ઉ૦ પરસેવો સૂકાઇ ઉડી જવાને જે ગરમી જોઇએ, તે શરીરમાંથી અને આસપાસની સૂકી હવામાંથી મળેછે, અને તેથી શરીરમાંથી અને આસપાસની હવામાંથી તેટલી ગરમી ઓછી થવાથી પંખાવડે પવન આતાં ઠંડક લાગેછે. માથું દુખતું હોય ત્યારે કોલોન વોટરનાં પોતાં મૂકવાથી કોલોન વોટરમાંનો મદ્યાર્ક માથામાંની ગરમી અને આસપાસની હવામાંની ગરમી લઇ સૂકાઇને ઉડી જાયછે તેથી માથું ઠંડું પડી દુખાવો ઓછો થાયછે.

પ્ર૦ ઉનાળામાં નવાં માટીનાં વાસણનું પાણી ઠંડુ કેમ લાગેછે?

ઉ૦ નવા વાસણમાં જે છિદ્રો હોયછે, તે છિદ્રોમાંથી પાણી બહાર ઝરેછે; તે ઝરેલું પાણી અંદરના પાણીની ગરમી, અને આસપાસની હવામાંની ગરમી લઇ સૂકાઇ ઉડી જાયછે તેથી અંદરનું પાણી ગરમી નીકળી જતાં અને આજુબાજુની ઠંડકને લીધે ઠંડુ થાયછે. એ પ્રમાણે વાસણ જ્યાં સુધી છિદ્રોવાળું રહે ત્યાં સુધી પાણી ઠંડુ થાયછે. પણ જ્યારે બહારના અથવા પાણીના કચરાથી પુરાઇ બંધ થઇ વાસણ રીઢાં થાયછે. ત્યારે વાસણનું પાણી ઠંડું લાગતું નથી.

---

૧૩ પ્રકાશ અને તેનો ફેલાવો.

પ્ર૦ જેમ ગરમી પદાર્થ નથી તેમ પ્રકાશ પણ પદાર્થ નથી વળી પ્રકાશ અને ગરમીને ઘણો નિકટનો સંબંધ છે. એટલે ઘણું કરીને જ્યાં ઉષ્ણતા ત્યાં પ્રકાશ, અને જ્યાં પ્રકાશ ત્યાં ઉષ્ણતા હોય છે. વળી બંનેની ચાલવાની ઝડપ તેમજ કાર્ય એકજછે.

પ્ર૦ પ્રકાશ કોને કહે છે?

ઉ૦ ઉષ્ણતા ગમન અથવા કિરણ પાતન શક્તિ આંખ ઉપર પડેછે તેને અથવા ઈથરના એક જાતના ઝુજારાથી થયેલી કિરણ પાતના શક્તિને પ્રકાશ કહેવામાં આવેછે.

પ્ર૦ અજવાળાનું અને ગરમીનું મૂળ શું?

ઉ૦ સૂરજ.

પ્ર૦ પ્રકાશના સંબંધમાં પદાર્થના વર્ગ કેટલા છે; અને કયા કયા?

ઉ૦ બે. ૧. સ્વપ્રકાશક; અને ૨. પરપ્રકાશક.

પ્ર૦ સ્વપ્રકાશક પદાર્થ કોને કહેછે; અને તે કયા કયાછે?

ઉ૦ જે પદાર્થો જાતે પ્રકાશિત હોય એટલે જેમાંથી પ્રકાશનાં કિરણો નીકળી ચોમેર ફેલાય છે તેને **સ્વપ્રકાશક પદાર્થ** કહેછે. જેમકેઃ—સૂર્ય, વિજળી કે ગ્યાસનો દીવો, સઘળા બળતા પદાર્થો, અગ્નિ, તારા વગેરે.

પ્ર૦ પરપ્રકાશક પદાર્થ કોને કહેછે; અને તે કયા કયાછે?

ઉ૦ જે પદાર્થો જાતે પ્રકાશિત નથી, પણ બીજા પ્રકાશિત પદાર્થોનાં કિરણ તેમના ઉપર પડવાથી પ્રકાશિત થાયછે તેમને **પરપ્રકાશિક** કહેછે. જેમકેઃ—પત્થર, કાચ, માટી, કોયલા, ચંદ્ર ગ્રહો વગેરે.

પ્ર૦ પ્રકાશ કયાંથી મળેછે?

ઉ૦ સ્વપ્રકાશક પદાર્થો જેવાકે સૂર્ય, વિજળી કે ગ્યાસનો દીવો કે બીજાં તેલ્લોના દીવા, અગ્નિ અને સઘળા બળતા પદાર્થો વગેરેમાંથી પ્રકાશ મળેછે.

પ્ર૦ પદાર્થ કેવી રીતે આપણને દેખાયછે?

ઉ૦ સ્વપ્રકાશ પદાર્થમાંથી નીકળતાં કિરણ વસ્તુઓ-પદાર્થો ઉપર પડેછે, અને તેના ઉપરથી પાછાં ફેંકાઇ આપણી આંખમાં પેસે છે, તેથી પદાર્થ આપણને આંખે દેખાયછે.

પ્ર૦ આંધળા માણસો કેમ જોઇ શકતા નથી?

ઉ૦ પ્રકાશનાં કિરણ વસ્તુઓ ઉપર પડી ત્યાંથી પાછાં ફેંકા-ઇને આંખમાં આવતાં આંખ કિરણો ગ્રહણ કરી શકવા શક્તિમાન ન હોય તેથી આંધળા માણસો જોઇ શકતા નથી.

પ્ર૦ સ્વપ્રકાશ પદાર્થો કેવી રીતે દેખાયછે?

ઉ૦ તેમાંથી નીકળતાં કિરણો પરભાર્યાં આંખમાં પેસેછે તેથી સ્વપ્રકાશક પદાર્થો દેખાયછે.

પ્ર૦ પરપ્રકાશક પદાર્થો કેવી રીતે દેખાયછે!

ઉ૦ સ્વપ્રકાશક પદાર્થમાંથી નીકળતાં કિરણ એવા પદાર્થ ઉપર પડી ત્યાંથી પાછાં ફેંકાઈ જોનારની આંખમાં પેસેછે. તેથી પરપ્રકાશક પદાર્થો દેખાયછે.

પ્ર૦ પરપ્રકાશક પદાર્થો ચળકતા શાથી દેખાયછે?

ઉ૦ પરપ્રકાશક પદાર્થો જાતે ચળકતા નથી પણ કિરણોદ્વારા સ્વપ્રકાશક પદાર્થોના સંબંધમાં આવેછે તેથી ચળકતા દેખાયછે.

પ્ર૦ પ્રકાશિત પદાર્થ કેવી અવસ્થામાં હોય છે!

ઉ૦ અતિશય ધ્રુજતી અવસ્થામાં. આકાશી પદાર્થોમાં જે ધ્રુજતા માલમ પડેછે તે સ્વપ્રકાશકછે, અને જેનું તેજ સ્થિર દેખાય છે તે

પરપ્રકાશકછે. આકાશમાં તારા અને ગ્રહો કયા તે આ ઉપરથી જાણી શકાયછે કે ધ્રુજતા તેજવાળા તે તારાછે, અને સ્થિર તેજવાળા તે ગ્રહોછે.

પ્ર૦ પ્રકાશને લઇ જનાર અથવા ફેલાવનાર કોણછે ?

ઉ૦ ઇથર નામનો અતિ પાતળો અને પારદર્શક વાયુ–પદાર્થ છે.

પ્ર૦ પ્રકાશનાં મોજાં અને અવાજનાં મોજાંમાં ફેર શોછે ?

ઉ૦ પ્રકાશનાં મોજાં ઇથર મારફત જાયછે; અને અવાજનાં મોજાં હવા મારફત જાયછે. ઇથરનાં મોજાંથી આંખના માંહેલા ભાગની ત્વચાના જ્ઞાનતંતુનાં બિંદુઓ ધ્રુજતી ગતિમાં આવી પ્રકાશનો બોધ કરેછે; અને હવાનાં મોજાંથી કાનનો પડદો ધ્રુજતી ગતિમાં આવી અવાજનો બોધ કરેછે.

પ્ર૦ પ્રકાશ લઇ જનાર ઇથરનાં મોજાં અને અવાજ લઇ જનાર હવાનાં મોજાં કઇ તરફ ગતિ કરેછે ?

ઉ૦ પ્રકાશ લઇ જનાર ઇથરનાં મોજાં સીધી લીટીમાં જાયછે; અને અવાજ લઇ હવાનાં મોજાં ચારે તરફ બધી દિશામાં જાયછે. દાખલા તરીકે—દોરી છૂટી રાખી તેનો એક છેડો ઝાલી હલાવીએ તો જેમ બીજા છેડા સુધી ગતિ પહોચે છે, તેજ પ્રમાણે પ્રકાશનાં મોજાં ઇથરમાં થઇને ગતિ કરે છે. પણ અવાજનાં મોજાંનાં હવામાં ગોળ કુંડાળાં થાય છે.

પ્ર૦ તેજસ્વી પદાર્થ અને જોનાર વચ્ચે અપારદર્શક પદાર્થ મૂકવાથી તેજસ્વી પદાર્થ કેમ દેખાતો નથી, તથા અપાર દર્શક પદાર્થનો પડછાયો કેમ પડે છે ?

ઉ૦ પ્રકાશ અપાર દર્શક પદાર્થને ભેદીને જઇ શકતો નથી, માટે તેજસ્વી પદાર્થ દેખાતો નથી, અને તેથી અપાર દર્શક પદાર્થનો પડછાયો–ઓળો પડે છે.

પ્ર૦ છાંયડામાં પણ અજવાળું કેમ પડે છે ?

ઉ૦ આસપાસની બીજી વસ્તુઓ ઉપરથી અને વાતાવરણની બારીક રજકણો ઉપરથી થોડાં કિરણ પાછાં ફેંકાયાથી છાંયડામાં પણ અજવાળું પડે છે. તેથી છાંયડામાંની વસ્તુઓ પણ જોઇ શકાય છે.

પ્ર૦ પ્રકાશનાં કિરણોનો વેગ કેટલો છે ?

ઉ૦ એક સેકન્ડે, ૧૮૬૦૦૦ મૈલ.

પ્ર૦ સૂર્યમાંથી અને ચંદ્રમાંથી પ્રકાશને પૃથ્વી ઉપર આવતાં કેટલો વખત લાગે છે ?

ઉ૦ સૂર્યમાંથી આવતાં આઠ મિનિટ, અને ચંદ્ર ઉપરથી આવતાં ૧ મિનિટ ૨૦ સેકન્ડ.

પ્ર૦ પ્રકાશ સીધી લીટીમાં જાય છે તે સાબિત કરો ?

ઉ૦ કાણાં પાડેલાં ત્રણ પત્તાં લઇ એક સીધી લીટીમાં કાણાં આવે એવી રીતે તેમને એક એકની પાછળ થોડે થોડે અંતરે મૂકો. તેમની સામેની બાજુએ દીવો મૂકો કાણામાંથી તે દીવા ભણી દૃષ્ટિ કરશો તો તમે તે જોઇ શકશો. હવે કાણાં એક સીધી લીટીમાં ન આવે એવી રીતે એક પત્તું ખસેડો તો પત્તાંમાંથી દીવો દેખાશે નહિ. એ પરથી સાબિત થાય છે કે પ્રકાશ હમેશાં સીધી લીટીમાંજ જાયછે.

---

૧૪ પ્રકાશનું પરાવર્તન.

પ્ર૦ પ્રકાશનું પરાવર્તન એટલે શું ?

ઉ૦ પ્રકાશનાં કિરણો કોઇ ચળકાટ મારતી વસ્તુ ઉપર પડેછે ત્યારે પડતાં કિરણોમાંનાં કેટલાંએક કિરણો અમૂક નિયમ પ્રમાણે બીજે સ્થળે જઇને પડેછે તેને પ્રકાશનું પરાવર્તન કહેછે.

પ્ર૦ પ્રકાશના પરાવર્તનનો સામાન્ય નિયમ શોછે ?

ઉ૦ હવા, પાણી અને કાચ જેવા કોઈ અમુક ઘાડાઇના પદાર્થમાં થઇને જતાં ભિન્ન ઘાડાઇના બીજા પદાર્થપર પ્રકાશ પડેછે, તે વારે તેના જુદા જુદા ભાગો થઇ તેઓ ભિન્ન ભિન્ન રીતે વર્તેછે.

પ્ર૦ પ્રકાશનાં કિરણો બીજા પદાર્થો ઉપર પડેછે ત્યારે કિરણોનું શું થાયછે ?

ઉ૦ તેના ત્રણ વિભાગ થાયછે. ૧. કિરણોનો એક ભાગ બીજા પદાર્થના પૃષ્ટ ઉપરથી પાછો ફેંકાઇ એટલે પરાવર્તન પામી પહેલા પદાર્થમાં જાયછે.

૨. કિરણોનો બીજો ભાગ તે બીજા પદાર્થમાં જાયછે, અને તેની દિશા બદલાઇ અમુક નિયમ પ્રમાણે વાંકો વળેછે, એટલે તેનું વક્રીભવન થાયછે.

૩. ત્રીજા ભાગનું પદાર્થમાં શોષણ થઇ તેની ઉષ્ણતા બનેછે.

પ્ર૦ પ્રકાશનું પરાવર્તન કયા પદાર્થો ઉપરથી સારૂં થાયછે ?

ઉ૦ જેની સપાટી નિયમિત અથવા લીસી હોય તેના ઉપરથી પરાવર્તન ઘણું સારૂં થાયછે, અને જેનું પૃષ્ટ ખરબચડું હોય તેના ઉપરથી પરાવર્તન થોડું થાયછે.

પ્ર૦ કિરણો પડવાની અને પરાવર્તન પામવાની ક્રિયા કેવી રીતે થાયછે ?

ઉ૦ એક આરસી લઇ તેના ઉપર પુષ્કળ કિરણો પડવા દઇએ તો કિરણો હવામાં પાછાં ફેંકાતાં આપણા જોવામાં આવશે. હવે જો આરસી ઉપર જમણી બાજુએથી કિરણ આવતાં હશે તો પરાવર્તન પામ્યા પછી તેઓ ડાબી બાજુ તરફ જશે. અને ડાબી તરફથી આવશે

તો પરાવર્તન પામ્યા પછી તે જમણી મેર જશે અને પૃષ્ટ ઉપરથી દોરેલા લંબ સાથે પડતાં કિરણ અને પરાવર્તન પામતાં કિરણ સરખા ખુણા કરશે. પણ જો કિરણ લંબ રૂપે પડયાં હોય તો પરાવર્તન પામતાં પણ સીધાં પાછાં ચાલ્યાં જશે. એટલે તે વખતે બે ખુણા થશે નહિ.

પ્ર૦ પડતાં કિરણના અને પાછા જતાં કિરણના ખુણાનાં નામ શાંછે ?

ઉ૦ પડતાં કિરણના ખુણાનું નામ **પતન** કોણ અને પાછાં જતાં કિરણના ખુણાનું નામ **પરાવર્તન** કોણ છે.

પ્ર૦ અપાર દર્શક પદાર્થો ઉપર કિરણોનું પરાવર્તન થોડું કેમ થાયછે?

ઉ૦ અપાર દર્શક પદાર્થોનાં પૃષ્ટ થોડાં લીસાં હોયછે તેથી પ્રકાશનાં કિરણો પરાવર્તન પામી ચોમેર ફેલાઇ જાયછે.

પ્ર૦ પદાર્થ પોતાને ખરે સ્થળે કયારે દેખાય; અથવા આઘો પાછો કયારે દેખાય ?

ઉ૦ પદાર્થમાંથી નીકળતાં કિરણો સીધી લીટીમાં આંખમાં પેસે ત્યારે પદાર્થ પોતાને ખરે સ્થળે દેખાય; અને પદાર્થમાંથી નીકળતાં કિરણોનું પરાવર્તન થાય તો પદાર્થ ખરે સ્થળે ન દેખાતાં પરાવર્તન કિરણોની સામી દિશામાં દેખાયછે.

દા૦—તળાવમાં કિનારા ઉપરનાં ઝાડ ઉંધાં દેખાયછે તે આજ કારણે. પ્રકાશનાં કિરણો ઝાડ ઉપર પડી ત્યાંથી પરાવર્તન પામી પાણી પર પડેછે અને ત્યાંથી પરાવર્તન પામી આપણી આંખમાં આવેછે. આથી ઝાડનું કિરણ પોતાને મૂળ સ્થળેથી આપણી આંખમાં ન આવતાં પાણીની સપાટી ઉપરથી આવેછે. તેથી તેની સીધી લીટીમાં એટલે પાણીની અંદર ઝાડ દેખાયછે, અને તેથી ઝાડની ટોચ જેટલી પાણીથી ઉંચી હોય તેટલી પાણીમાં નીચે ઉંધી દેખાયછે.

પ્ર૦ અસ્થિર અથવા હાલતા પાણીમાં પ્રતિબિંબ સ્પષ્ટ કેમ જણાતું નથી ?

ઉ૦ હાલતા પાણીની સપાટી અસમાન હોવાથી કિરણોનું અનિયમિત પરાવર્તન થાયછે. એટલે કિરણો પથરાઇ જવાથી સપાટી માત્ર જોઇ શકાયછે.

પ્ર૦ કાચના લીસા પૃષ્ટ ઉપર પડેલાં સૂર્યનાં કિરણો, અને ખરબચડાં પૃષ્ટ ઉપર પડેલાં સૂર્યનાં કિરણો આંખમાં આવેછે ત્યારે શું તફાવત જણાયછે ?

ઉ૦ કાચના લીસા પૃષ્ટ ઉપર પડેલાં સૂર્યનાં કિરણો નિયમિત પરાવર્તન પામી સઘળાં આંખમાં આવે છે તેથી આંખે ઝાંઝવાં વળેછે. અને ખરબચડાં પૃષ્ટ ઉપર પડેલાં સૂર્યનાં કિરણો અનિયમિત પરાવર્તન પામવાથી બધાં આંખમાં ન આવવાથી આજુબાજુ ફેલાઇ જતાં હોવાથી આંખે ઝાંઝવાં વળતાં નથી.

પ્ર૦ આરસીમાં મોં કેવી રીતે દેખાયછે ?

ઉ૦ સૂર્યનાં કિરણો મોં ઉપર પડેછે, અને ત્યાંથી પરાવર્તન પામી આરસી ઉપર પડેછે, ત્યાંથી પાછાં પરાવર્તન પામી આપણી આંખમાં આવેછે, તેથી મોંના અવયવોનાં કિરણ પૃષ્ટ ઉપરથી આવેછે. માટે તેની સીધી લીટીમાં મોં દેખાય છે, અને તેથી આરસીથી મોં જેટલું દૂર હોય તેટલું દૂર કાચની પાછળ દેખાયછે.

પ્ર૦ પ્રકાશનાં કિરણો સીધી લીટીમાં જાયછે તેથી કયા ચમત્કારો દેખાયછે ?

ઉ૦ દીવાની પાસે એક ઝીણા છીદ્રવાળું જાડું પૂઠું ધરવાથી દીવાની જ્યોતનાં સર્વ કિરણો છિદ્રમાં આવી છિદ્રની બીજી બ

જ્યોતનો ઉંધો દેખાવ નજરે પડે છે. આજ પ્રમાણે આંખે આપણે તમામ પદાર્થો ઉંધા જોઇએ છીએ. પણ મહાવરાથી આપણે પદાર્થો છતા માની લઇએ છીએ.

---

૧૯ પ્રકાશનું વક્રીભવન.

પ્ર૦ પ્રકાશનું વક્રીભવન કોને કહેછે?

ઉ૦ એક પારદર્શક પદાર્થમાંથી બીજા પારદર્શક પદાર્થમાં પ્રકાશ જતાં પ્રકાશનો થોડો ભાગ પરાવર્તન પામેછે, થોડો ભાગ શોષાઇ જાયછે, અને બાકીનો ભાગ બીજા પારદર્શક પદાર્થમાં જતાં વાંકો વળેછે. આ વાંકા થવાની ક્રિયાને **વક્રીભવન** કહેછે. એટલે હવામાંથી પાણીમાં અથવા હવામાંથી કાચમાં પ્રકાશ ત્રાંસી રીતે જાયછે ત્યારે તે વાંકો વળેછે તેને **વક્રીભવન** કહેછે. વક્રીભવનનો અર્થ વાંકું વળવું થાયછે. અથવા પ્રકાશથી વસ્તુઓ વાંકી અથવા વળેલી દેખાવાની ક્રિયાને **વક્રીભવન** કહેછે.

પ્ર૦ વક્રીભવન ક્યારે થતું નથી ?

ઉ૦ સરખી ઘાડાઇના પારદર્શક પદાર્થમાં થઇને કિરણો જાય ત્યારે તેનું વક્રીભવન થતું નથી. તેમજ જુદી જુદી ઘડાઇના પદાર્થો હોવા છતાં કિરણો લંબ લીટીમાં જાય ત્યારે પરાવર્તન પણ લંબ લીટીમાંજ થાય ત્યારે વક્રીભવન થતું નથી.

પ્ર૦ વક્રીભવન ક્યારે થાયછે !

ઉ૦ જુદી જુદી ઘાડાઇના પદાર્થોમાં થઇને કિરણો લંબ લીટીથી થોડે છેટે મરડાય ત્યારે વક્રીભવન થાયછે. એટલે પ્રકાશનું કિરણ ઘટ પારદર્શક પદાર્થમાંથી પાતળા પારદર્શક પદાર્થમાં અથવા

પાતળા પારદર્શક પદાર્થમાંથી ઘટ પારદર્શક પદાર્થમાં ત્રાંસી રીતે જાયછે ત્યારે વક્રીભવન થાયછે.

પ્ર૦ પ્રકાશનું વક્રીભવન કયા નિયમે થાયછે ?

ઉ૦ પાતળા પારદર્શક પદાર્થમાંથી ઘાડા પારદર્શક પદાર્થમાં જતાં એટલે વાયુમાંથી પાણીમાં જતાં પ્રકાશનાં કિરણો લંબ લીટી તરફ મરડાયછે, અને ઘાડા પારદર્શક પદાર્થમાંથી પાતળા પારદર્શક પદાર્થમાં જતાં એટલે પાણીમાંથી વાયુમાં જતાં વક્રીભવન પામેલું કિરણ લંબ લીટીથી થોડે છેટે મરડાયછે.

પ્ર૦ ખાલી રકેબીમાં પાવલી મૂકી જોતાં, અને પાણી રેડયા પછી જોતાં પાવલી અને રકેબીનું તળીઉં ઉંચાં આવેલાં કેમ જણાયછે ?

ઉ૦ પાવલીમાંથી જે કિરણો પાણીમાં થઇ આવેછે, તે બહાર વાતાવરણમાં આવતાં, એટલે ઘાડા પદાર્થમાંથી પાતળા પદાર્થમાં જતાં લંબ લીટીથી થોડે છેટે મરડાઇ આંખમાં આવતાં હોવાથી પાવલી અને તળીઉં પોતાને ખરે સ્થળે ન દેખાતાં ઉંચે આવેલું દેખાયછે.

પ્ર૦ સીધી લાકડી પાણીમાં ત્રાંસી મુકવાથી ટૂંકી અને ઉપરથી વાંકી વળેલી કેમ દેખાયછે ?

ઉ૦ લાકડીનો પાણીમાં ડુબેલો ભાગ વક્રીભવનને લીધે તેના વાસ્તવિક સ્થળથી ઉંચો દેખાવાથી ટૂંકો અને ઉપરથી વળેલો દેખાયછે. કારણકે ઘાડા પાણીમાંથી પાતળા વાયુમાં થઇ કિરણ આવતાં લંબ લીટીથી થોડે છેટે મરડવાથી પદાર્થ ટૂંકો દેખાયછે. તેજ પ્રમાણે પાણીમાં ડુબાડેલું વાસણ ચપટું દેખાયછે અને નીતર્યા પાણીમાં તળીએ પડેલા પથરા અને બીજી વસ્તુઓ ખરી ઉંડાઇ કરતાં ઓછી ઉંડાઇએ દેખાયછે. તે પણ વક્રીભવનને લીધેજછે.

પ્ર૦ આકાશી પદાર્થો પોતાને ખરે સ્થળે ન દેખાતાં ઉંચાં કેમ દેખાયછે ?

ઉ૦ વાતાવરણુ નીચેથી જાડું અને ઉપરથી પાતળુંછે. તેથી આકાશી પદાર્થોમાંથી આવતો પ્રકાશ પાતળાં વાતાવરણમાં થઇ વધારે વધારે ઘાડા વાતાવરણુમાં આવેછે, અને તેથી કિરણો લંબ લીટી તરફ વધારે વધારે મરડાતાં જાયછે, તેથી આકાશી પદાર્થો ખરા સ્થાન કરતાં ઉંચા દેખાયછે.

પ્ર૦ સૂર્ય ઉગતા પહેલાં અને સૂર્ય આથમ્યા પછી અજવાળું કેમ રહેછે ?

ઉ૦ જ્યારે સૂર્ય માથે હોયછે ત્યારે કિરણોનું વક્રીભવન થતું નથી. માથેથી જેમ જેમ તે ઉતરતો જાયછે, તેમ તેમ વક્રીભવન થતું જાયછે અને જ્યારે તે ક્ષિતિજની નીચે જાયછે ત્યારે વધારે વક્રીભવન થાયછે. ક્ષિતિજની નીચે સૂર્ય સવારે અને સાંજે હોયછે, તેથી બંને વખતે ક્ષિતિજની નીચે સૂર્ય ગયા છતાં પણ વક્રીભવનને લીધે અજવાળું રહેછે. જો વાતાવરણ પુરેપુરૂં પારદર્શક હોત તો સૂર્યના આથમ્યા પછી એકદમ અંધારૂં થઇ જાત, પણ સવારે અને સાંજે હવાનાં પડોપર જે પ્રકાશ પડેછે તે પસરેછે અને તેથી સવારમાં તથા સાંજે અજવાળું રહેછે. દૃષ્ટિ મર્યાદાથી સૂર્ય ૯ અંશ નીચે જાય ત્યાં સુધી અજવાળું રહેછે.

---

૧૬ વિદ્યુત.

પ્ર૦ વિદ્યુત કોને કહે છે ?

ઉ૦ બે પદાર્થો ઘસાવાથી તેમાં જે વિશેષ શક્તિ આવેછે તેને વિદ્યુત અથવા **ઘર્ષણુ વીજળી** કહેછે અથવા જુદાજુદા પદા-

ર્થોનો રસાયનિક સંયોગ થવાથી તેમાં જે વિશેષ શક્તિ ઉત્પન્ન થાયછે તેને **વિદ્યુત** કહેછે.

પ્ર૦ વિદ્યુતના પ્રકાર કેટલાછે; અને તે કયા કયા ?

ઉ૦ બે. ૧. **ઘર્ષણ વીજળી** અને ૨. **રસાયનિક વીજળી**

પ્ર૦ વિદ્યુત કયા પદાર્થોમાં રહેલીછે ?

ઉ૦ તમામ પદાર્થોમાંછે.

પ્ર૦ તમામ પદાર્થોમાં વિદ્યુત હોવા છતાં માલમ કેમ પડતી નથી ?

ઉ૦ દરેક પદાર્થમાં બે જાતની વિદ્યુત (રૂણ અને ધન) મિશ્ર રૂપે રહેલી હોવાથી માલમ પડતી નથી. જ્યારે તેને ઘસારાથી કે રસાયનિક ક્રિયાથી છૂટી પાડવામાં આવેછે ત્યારે તેની અસર માલમ પડેછે.

પ્ર૦ ઘર્ષણ વીજળી કેવી રીતે ઉત્પન્ન કરી શકાયછે ?

ઉ૦ કોઇ પણ બે પદાર્થને ઘસીએ, તો તે બંને પદાર્થમાં વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાયછે, પરંતુ કેટલાક પદાર્થમાં વિદ્યુત ઉત્પન્ન થઇ ત્યાંજ રહેછે, જયારે કેટલાએક પદાર્થમાં ઉત્પન્ન થયેલી વિદ્યુત આખા પદાર્થમાં પસરી જાયછે.

પ્ર૦ કયા કયા પદાર્થો ઘસવાથી ઘર્ષણ વીજળી ઝટ ઉત્પન્ન કરી શકાયછે ?

ઉ૦ ૧. કાચના સળીયાને સૂકા રેશમી કપડા સાથે ઘસવાથી, ૨. બિલાડીનાં રૂવાટાં વાળા ચામડા ઉપર કાચનો સળીઓ ઘસવાથી, ૩. લાખની લાકડીને ઊનના કપડા સાથે ઘસવાથી, ૪. કાચનો હાથો જડેલા પિત્તળના ગજનો હાથાવાળો ભાગ ઝાલી પિત્તળ ઉપર રેશમી રૂમાલ ઘસવાથી વગેરે. જેના ઉપર ઘસવામાં આવેછે તે પદાર્થમાં, અને જે પદાર્થ ઘસવામાં આવેછે તે પદાર્થમાં એમ બંનેમાં વીજળી ઉત્પન્ન થાયછે.

પ્ર૦ કોઇ પણ પદાર્થમાં વિદ્યુત છે કે નહિ એ શા ઉપરથી જણાયછે ?

ઉ૦ જ્યારે પદાર્થની અંદર વિદ્યુત હોયછે; ત્યારે કાગળના કકડા, બરૂના ગરની દડીઓ, પીછાં, અને સોનાના વરખ જેવા હલકા પદાર્થને પોતાની તરફ ખેંચેછે અને થોડીવાર સુધી સંબંધમાં રહી પછી છૂટા પડી જાયછે (બરૂ એટલે કલમ કરવાને માટે વપરાય છે તે નહિ, પણ જુવાર બાજરી વગેરેના સાંઠાને બરૂ કહેછે.

પ્ર૦ કેવા પદાર્થોમાં વિદ્યુત રહેછે; અને કેવા પદાર્થોમાંથી વહી જાયછે?

ઉ૦ જે પદાર્થો વિદ્યુતવાહક છે તેમાં વિદ્યુત જલદી વહી જાયછે.

જે પદાર્થો વિદ્યુતના મંદવાહકછે તેમાં વિદ્યુત ઘણીજ થોડી વહી જાયછે, અને જે પદાર્થો અવાહક છે તેમાં વિદ્યુત બિલકુલ વહી જતી નથી.

પ્ર૦ વિદ્યુતના વાહક, મંદવાહક અને અવાહક પદાર્થો કયા કયા છે?

ઉ૦ વાહક પદાર્થોઃ—તમામ ધાતુઓ, પાણી, પ્રાણીઓનું શરીર, કોયલો, દીવો વગેરે.

મંદવાહક પદાર્થોઃ—રૂ, લાકડું, પથ્થર, કાગળ, વરાળ, વગેરે.

અવાહક પદાર્થોઃ—કાચ, લાખ, રબર, રેશમ, રૂવાં બિલાડીનું ચામડું, ઊન, માટીનાં વાસણ, રાળ, સૂકી હવા અને વાયુઓ વગેરે.

પ્ર૦ કાચના, પિત્તળના અને લાખના સળીઆમાં વિદ્યુત કઇ જગાએ ઉત્પન્ન થાયછે.

ઉ૦ કાચ અને લાખ અવાહક હોવાથી જ્યાં આગળ ઘસારો થાયછે ત્યાંજ વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાયછે, પણ પિત્તળ વાહક હોવાથી આખા સળીઆમાં વિદ્યુત પસરી જાયછે.

પ્ર૦ વિદ્યુત કેટલા પ્રકારની છે ?

ઉ૦ વિદ્યુત બે પ્રકારની છે. કોઇપણ બે મંદવાહક પદાર્થો લઈ એક બીજાની જોડે ઘસી તેમાના એકને બરૂના ગરની દડી અડકાડી, પછી બંને પદાર્થોને તેની પાસે લાવીશું, ત્યારે જે પદાર્થને તે દડી અડકાડીછે, તેનાથી તે દૂર જશે, જ્યારે બીજા પદાર્થની તરફ તે ખેંચાશે. જોકે વિદ્યુત બંને પદાર્થોમાં છે તો પણ તે જુદી જુદી હોવાથી જુદું જુદું કાર્ય કરેછે.

પ્ર૦ ધાતુના સળીઆને કાચની દાંડી જડવાનું શું કારણ?

ઉ૦ ધાતુ શિઘ્રવાહક હોઇ તેમાં થઇ ઉત્પન્ન થયેલી વિદ્યુત ધાતુનો સળીઓ જો હાથે ઝાલીએ તો શરીર શિઘ્રવાહક હોવાથી શરીરમાં પસરી જવાથી જણાતી નથી. માટે કાચ મંદવાહક હોવાથી ઉત્પન્ન થયેલી વિદ્યુત અટકાવી સળીઆ પર રાખવા કાચની દાંડી જડવામાં આવેછે.

પ્ર૦ કાચના સળીઆમાં અને લાખના સળીઆમાં ઉત્પન્ન થયેલી વિદ્યુત એકજ જાતની છે કે કેમ?

ઉ૦ ના. બંનેમાં જુદી જુદી જાતની વિદ્યુત છે. એક આકર્ષે છે અને બીજી જુદી પાડેછે. એ ઉપરથી તેના બે પ્રકાર છે. ધન અને રૂણ અથવા પોઝેટિવ અને નેગેટિવ અથવા વત્તા અને ઓછા.

પ્ર૦ ઘસારાથી કયા પદાર્થોમાં વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાયછે?

ઉ૦ બંને પદાર્થમાં. પણ બંનેમાં જુદી જુદી જાતની વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાયછે. એકમાં ધન વિદ્યુત આવે તો સામામાં રૂણ આવેછે.

પ્ર૦ રસાયનિક વિદ્યુત શી રીતે ઉત્પન્ન કરી શકાય?

ઉ૦ સલ્ફ્યુરિક એસિડ અથવા જેને ગંધકનો તેજાબ કહેછે તેમાં થોડું પાણી નાખી તે મિશ્રણને કાચ કે ચીનાઇ માટીના વાસ-

ખુમાં રેડી તેમાં એક તાંબાનું અને એક જસતનું પતરૂં તાંબાના તારે લટકાવી ડૂબતું રાખશો તો તેમાં રસાયનિક ક્રિયા શરૂ થઇ વિદ્યુત ઉત્પન્ન થશે અને તેથી બહારના તાર આગળ તણખા નીકળતા દેખાશે. એ તારને જોડી દેતાં આખો લાંબો તાર વિદ્યુત વાળો થશે.

પ્ર૦ વિદ્યુતનો વ્યવહારમાં શો ઉપયોગ થાયછે?

ઉ૦ તાર મારફત સંદેશા પહોંચાડવા; ગાડીઓ, આગગાડીઓ, આગબોટો, મોટરો, ટ્રામો વગેરે ચલાવવામાં, મીલો, કારખાનાં, પંખા વગેરે ચલાવવામાં અને દીવાબત્તી કરવામાં અને કેટલાક શરીરનાં દરદો મટાડવામાં ઉપયોગ થાયછે.

પ્ર૦ વિદ્યુત કઇ કઇ રીતે મેળવી શકાય?

ઉ૦ ૧. ઘર્ષણથી એટલે એક પદાર્થ સાથે બીજો પદાર્થ ઘસવાથી; ૨ સંસર્ગ અથવા સ્પર્શથી એટલે વિદ્યુત ગુણવાળો પદાર્થ બીજાને અડકે તેથી; અને ૩. પ્રોત્સાહનથી એટલે વિદ્યુત ગુણવાળા અને વિદ્યુત ગુણ વિનાના બે પદાર્થ એક બીજાને અડકે નહિ તેવી રીતે થોડે પાસે રાખવાથી એમ ત્રણ રીતે વિદ્યુત મેળવી શકાયછે,

---

૧૭ વીજળી.

પ્ર૦ આકાશમાં થતી વીજળી, અને ઘર્ષણથી ઉત્પન્ન થતી વિદ્યુતમાં શો તફાવત છે?

ઉ૦ બંને એકજ જાતની છે.

પ્ર૦ આકાશમાં થતી વીજળી, અને ઘર્ષણ વીજળી એકજ જાતની છે, એ શોધ કોણે અને શી રીતે કરી?

ઉ૦ અમેરિકાના ફ્રેંકલિન નામના મહાન વિદ્વાને શેાધી કાઢ્યું કે—પતંગ ઉંચે ચઢાવવાથી તે વાદળાં સાથે અથડાય છે; માટે પતંગ મારફત શેાધ કરવાનેા વિચાર કરી, પતંગ વચ્ચેની ઉભી સળીને છેડે અણીવાળા તારનેા કકડેા બાંધી સુતરની દોરીવડે પતંગ ઉડાડી અને દોરીને બીજે છેડે કુંચી બાંધી, કુંચીએ રેશમી દોરેા બાંધી તે દોરેા ઝાડ સાથે વીંટી દીધેા. એટલે વરસાદને લીધે દોરેા ભીનેા થતાં કુંચી આગળ હાથ ધરતાં જબરેા આંચકેા લાગ્યેા, અને આંગળી અને કુંચી વચ્ચે તણખેા જણાયેા. આથી આકાશમાં થતી વીજળી તે ઘર્ષણ વીજળી છે એમ તેને સમજાયું.

પ્ર૦ વાતાવરણમાં વિદ્યુત ક્યારે હોયછે ?

ઉ૦ દરેક ઋતુમાં ગમે તેટલી ઉંચાઇએ, ગમે તે વખતે, ને જ્યાં જોઇએ ત્યાં ઓછી કે વધારે ખુલ્લા આકાશમાં સર્વ જગાએ હોયછે.

પ્ર૦ વિદ્યુતનેા તણખેા કે ચમકારેા ક્યારે થાયછે ?

ઉ૦ કોઇ બે પદાર્થોમાં જુદાજુદા ગુણવાળી બે વિદ્યુતેા હોય, અને તે વસ્તુઓ હવાને લીધે કે બીજા કોઈ કારણથી ભેગી થાય; ત્યારે તેમની વિરૂદ્ધ ગુણવાળી વિદ્યુતનેા સંયેાગ થવાથી તણખેા કે ઝબકારેા થાયછે.

પ્ર૦ પૃથ્વીપર વિદ્યુત શા કારણથી પડેછે ?

ઉ૦ પૃથ્વીપરના પદાર્થોમાંની વિદ્યુતનેા વાદળાંમાંની વીજળી સાથે સમાગમ થાયછે; ત્યારે તે બંને વિરૂદ્ધ ગુણવાળી વિદ્યુતેાને લીધે તણખેા થાયછે; તેને વીજળી પડી એમ કહેવામાં આવેછે ?

પ્ર૦ ચેામાસામાં વીજળી વધારે કેમ જોવામાં આવેછે ?

ઉ૦ બીજી ઋતુઓમાં હવા સૂકી હોયછે, અને સૂકી હવા

મંદવાહક હોવાથી વિરૂદ્ધ ગુણવાળી વાદળાંની વિદ્યુત સાથે મળવાનો પ્રસંગ ઘણોજ થોડો હોયછે, તેથી બીજી ઋતુઓમાં વીજળી જોવામાં આવતી નથી, પણ ચોમાસામાં વરસાદનાં વાદળાં બંધાયલાં હોવાથી હવા ભેજવાળી હોયછે, એટલે વિરૂદ્ધ ગુણવાળી વિદ્યુતનો સંયોગ થવાનો પ્રસંગ ઘણો આવેછે તેથી ચોમાસામાં વારંવાર વીજળી જોવામાં આવેછે.

પ્ર૦ ચોમાસામાં આકાશમાં થતી વીજળીનો દેખાવ કેવો હોયછે?

ઉ૦ કોઇ વખત ઝબકારો ઘણો લાંબો, કોઇ વખત સાપના આકારનો અને કોઇ વખત ઝાડનાં બોડાં ડાળાં જેવો હોયછે.

પ્ર૦ આકાશી વીજળી કયા પદાર્થો ઉપર વધારે પડેછે ?

ઉ૦ મોટી ઇમારતો, ઝાડો, દેવાલયો વગેરે ઉંચી વસ્તુઓ જે વાદળાંની નજીક હોય તેના ઉપર પડેછે, અને તેમાં પણ વિશેષે કરીને જે વસ્તુઓ વિદ્યુતવાહક અને અણીદાર હોયછે તેના પર પડવાનો વધારે સંભવ છે.

પ્ર૦ વીજળી પડવાથી શું નુકસાન થાયછે ?

ઉ૦ ઇમારતો, પ્રાણીઓ, વનસ્પતિ અને તેના સંબંધમાં આવનારી તમામ વસ્તુનો નાશ થાયછે.

પ્ર૦ વીજળીથી ઇમારતોનો બચાવ કેવી રીતે કરવો?

ઉ૦ ઇમારતમાં જડેલો ધાતુનો સામાન વીજળીને પોતાની તરફ જલદી ખેંચી લેછે, અને તેથી નુકસાન થાયછે માટે તેનાથી બચાવવા માટે તાંબાની પહોળી પટી લઇ તેનો એક છેડો જમીનમાં ઉતારવો, ને બીજે છેડે લોખંડનો અણીદાર સળીઓ સાંધી લઈ તે છેડો મકાનથી શુમારે છથી દશ ફૂટ ઉંચો રાખવો ને તાંબાની પટીને

દિવાલની બહારની બાજુએ જડી લેવી. આ પ્રમાણે કીધાથી વીજળી ઘર પર ન પડતાં સળીઆમાં થઇ પાધરી જમીનમાં ઉતરી જાયછે, જેથી ઇમારતનો વીજળીથી બચાવ થાયછે.

પ્ર૦ આકાશમાં ગર્જના થાયછે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ વિરૂદ્ધ ગુણવાળી વિદ્યુતો અરસ્પરસ ઘણા જોરથી મળેછે, ત્યારે અવાજ ઉત્પન્ન થાયછે, તેને ગર્જના કહેછે. અને તે વખતે તેમાંથી પ્રકાશ–ચમકારો–ઝબકારો થાયછે.

પ્ર૦ વીજળીનો ચમકારો પહેલો દેખાયછે; અને ગર્જના પાછળથી સંભળાયછે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ ચમકારા–પ્રકાશના વેગ કરતાં ગર્જના–અવાજનો વેગ ધીમો છે માટે. પ્રકાશનો વેગ એક સેકન્ડમાં ૧૮૬૦૦૦ માઇલછે, અને અવાજનો વેગ એક સેકન્ડે ૧૧૪૦ ફૂટ છે.

પ્ર૦ વીજળી કેટલે વેગળેથી જોઇ શકાયછે; અને અવાજ કેટલે વેગળેથી સાંભળી શકાયછે ?

ઉ૦ વીજળી લગભગ ૧૫૦ માઇલ દૂરથી જોઇ શકાયછે; અને અવાજ ૧૭ મૈલ દૂરથી સાંભળી શકાયછે.

---

૧૮ લોહચુંબક અને હોકાયંત્ર.

પ્ર૦ લોહચુંબક કોને કહેછે ?

ઉ૦ લોખંડને જે આકર્ષેછે એટલે ખેંચેછે તેને લોહચુંબક કહેછે.

પ્ર૦ લોહચુંબક એ શું છે ? અને તેમાં કયો ગુણ છે ?

ઉ૦ તે ખનીજ પદાર્થ છે, અને તેમાં લોઢાને ખેંચવાનો ખાસ ગુણછે.

પ્ર૦ લોહચુંબકનાં બીજાં ક્યાં ક્યાં નામછે ?

ઉ૦ લોહકાંત અને ચમકપ્યાણ.

પ્ર૦ લોઢા સિવાય બીજી કઇ વસ્તુને લોહચુંબક ખેંચેછે ?

ઉ૦ નિકલ અને કોબાલ્ટ નામની ધાતુઓને. એ સિવાય બીજી કોઇ ધાતુને તે ખેંચતું નથી.

પ્ર૦ બનાવટી લોહચુંબક શી રીતે બનાવી શકાય ?

ઉ૦ ગજવેલના લોઢાના કકડા ઉપર ખનીજ અથવા કુદરતી લોહચુંબક થોડીવાર ઘસવાથી ગજવેલનો કકડો પણ લોહચુંબક બને છે. તે બનાવટી લોહચુંબક કહેવાયછે.

પ્ર૦ લોહચુંબકને લોઢાના જુદા જુદા કકડા એક નીચે એક વળગાડવાથી શું થાયછે ?

ઉ૦ લોહચુંબકને લીધે દરેક લોઢાના કકડામાં લોહચુંબકનો ગુણ આવી લોહચુંબક સાથે એક નીચે એક એમ તમામ કકડા વળગી રહેછે, પણ જ્યારે લોહચુંબક સાથેનો પહેલો કકડો છૂટો કરીએ, ત્યારે તમામ કકડા એની મેળે છુટા થાયછે, એટલે જ્યાં સુધી તેઓ લોહચુંબકના સંબંધમાં રહેછે, ત્યાં સુધીજ તેમાં લોહચુંબકનો ગુણ રહેછે.

પ્ર૦ કુદરતી અથવા બનાવટી લોહચુંબકમાં લોઢાને ખેંચવાનો ગુણ કયા ભાગમાં રહેલોછે ?

ઉ૦ લોહચુંબકની આજુબાજુના બે અણીવાળા છેડા ઉપરજ લોઢાને ખેંચવાનો ગુણ રહેલોછે પણ વચલા ભાગમાં એ ગુણ બીલકુલ નથી.

પ્ર૦ લોહચુંબક વાળી સોયના છેડા, સોયને અધર રાખવાથી કઇ દિશા તરફ રહેછે; અને તેમનાં નામ શાં પાડવાંછે ?

ઉ૦ ઉત્તર અને દક્ષિણ દિશા તરફ. ઉત્તરના છેડાને ઉત્તર તરફ રહેનાર ધ્રુવ, અને દક્ષિણના છેડાને દક્ષિણ તરફ રહેનાર ધ્રુવ કહેછે. અથવા ઉત્તર પ્રાન્ત અને દક્ષિણ પ્રાન્ત પણ કહેછે ?

પ્ર૦ લોહચુંબકનો શો ઉપયોગ થાયછે ?

ઉ૦ કોઇપણ ધાતુ લોખંડની છે કે નહિ તે પારખી શકાયછે. જો તે લોહચુંબકને ચોટી જાય તો જાણવું કે તે લોખંડની છે. તથા હોકાયંત્ર બનાવવાના કામમાં આવેછે.

પ્ર૦ લોહચુંબકનો ગુણ કયા લોઢામાં સારો આવી શકેછે ?

ઉ૦ નરમ લોખંડમાં લોહચુંબક ઘસવાથી જેટલી ઝડપથી લોહચુંબકનો ગુણ આવેછે, તેટલી ઝડપથી ગજવેલમાં એ ગુણ આવતો નથી, પણ નરમ લોખંડમાં જેટલી મુદ્દત સુધી ચુંબક ગુણ ટકી રહે, તેના કરતાં ગજવેલમાં વધારે મુદત ચુંબક ગુણ આવેલો ટકી રહેછે. માટેજ ગજવેલનું બનાવટી લોહચુંબક સારૂં થાયછે.

પ્ર૦ લોહચુંબકનો ખાસ ગુણ ઉત્તર દક્ષિણ દિશા તરફ વળી રહેવાનોછે, તેનો માણસે વ્યવહારમાં શો ઉપયોગ કર્યોછે ?

ઉ૦ હોકાયંત્ર બનાવવામાં ઉપયોગ કર્યોછે.

પ્ર૦ હોકાયંત્ર કોને કહેછે ?

ઉ૦ જે યંત્રથી ભર દરિએ વહાણ કે આગબોટની દિશા દિવસે કે રાત્રિએ જાણી શકાયછે, તેને હોકાયંત્ર કહેછે.

પ્ર૦ હોકાયંત્ર બનાવવામાં ક્યાં ક્યાં સાધનો જોઇએ ?

ઉ૦ લોહચુંબકનો ગુણ આપેલી લોઢાની સોય, દિશાઓ પાડેલો એક જાડો કાગળ, અને તે બંનેને રાખવાની કાચના ઘર વાળી એક ડાબડી.

પ્ર૦ હોકાયંત્ર શી રીતે બનાવે છે ?

ઉ૦ કાગળની હેઠલી બાજુએ કાગળ સાથે સોય મજબૂત જડી લઇ તેને દાબડીમાં ગોઠવી જડી લેછે કે જેથી સોય ફરેછે તેની સાથે કાગળ પણ ફરેછે. સોય અંદરના ભાગમાં રહે તેમ ગોઠવેછે. આ દાબડીને હોકાયંત્ર કહેછે. આ યંત્રમાં સોયના છેડા ગમે તેમ ફેરવીએ તોપણ ઉત્તર દક્ષિણ દિશા તરફ રહેછે. આ યંત્ર દરિયામાં દિશા જાણવા ખપ લાગેછે, તેથી તેને દરિયાનું હોકાયંત્ર કહેછે.

પ્ર૦ હોકાયંત્રનો શો ઉપયોગ છે ?

ઉ૦ ભર દરિએ વહાણવટીઓને દિશા જાણવાનું તે ખાસ સાધન છે. તેની મદદથીજ તે ધારેલે સ્થળે જઈ શકેછે.

પ્ર૦ જમીન ઉપર વાપરવાનું હોકાયંત્ર શી રીતે બનાવેછે ?

ઉ૦ દરિયાના હોકાયંત્રમાં સોય કાગળના પૂઠા નીચે હોયછે, અને જમીનના હોકાયંત્રમાં સોય કાગળના પૂઠા ઉપર હોયછે. વળી દરિયાના હોકાયંત્રમાં કાગળ સાથે સોય જડી લેછે, પણ જમીનના હોકાયંત્રમાં તેને કાગળ સાથે જડી લેતા નથી, અને તેને નાની દાબડીમાં રાખે એવડું બનાવેછે કે જે ગજવામાં કે ઘડીઆળને અછોડે રાખી શકાયછે.

પ્ર૦ હોકાયંત્રની શોધ ક્યારે થઇ અને કયા લોકોએ કરી ?

ઉ૦ આજથી લગભગ આઠસેં વર્ષ પહેલાં તેની શોધ થઈછે, અને તે ચીના લોકોએ શોધી કહાડયુંછે.

પ્ર૦ ખનીજ લોહચુંબકની ઉત્પત્તિ ક્યા દેશોમાં થાયછે ?

ઉ૦ હિંદુસ્થાનમાં મદ્રાસ આગળ સાલેમ પરગણામાં, તથા મ્હૈસુર પરગણામાં. એ સિવાય એશિયામૈનર, ચીન, સ્વીડન વગેરે દેશોમાંથી મળેછે.

---

૧૮ હવાની ઘટના.

પ્ર૦ હવા એ શુંછે ?

ઉ૦ તે અતિશય પારદર્શક, અને અદૃશ્ય એટલે નહિ દેખાય તેવો પદાર્થછે.

પ્ર૦ હવાની ઘટના એટલે શું ?

ઉ૦ હવાનું બંધારણ અથવા હવામાં કયા કયા પદાર્થ રહેલાછે તે.

પ્ર૦ હવામાં મુખ્ય વાયુઓ કયા કયા છે ?

ઉ૦ ૧. ઑક્સિજન અથવા પ્રાણવાયુ, અને ૨. નૈટ્રોજન.

પ્ર૦ હવામાં ઑક્સિજન અને નૈટ્રોજન વાયુઓ શા પ્રમાણમાં રહેલાછે ?

ઉ૦ એકંદર વાયુના ૧/૫ ભાગ જેટલો ઑક્સિજનછે: અને ૪/૫ ભાગ જેટલો નૈટ્રોજનછે; એટલે ઑક્સિજન અને નૈટ્રોજન વાયુઓ ૧=૪ ના પ્રમાણમાં હવામાં સાદા મિશ્રણથી ભેગા રહેલાછે.

પ્ર૦ હવામાં ઑક્સિજન અને નૈટ્રોજન વાયુઓ શી રીતે જુદા કરી શકાય; અને તેમાંનુ પ્રમાણ શોધી શકાય ?

ઉ૦ એક થાળીમાં પાણી ભરી તેના ઉપર નાની રકેબીમાં વટાણાના દાણા જેવડો ફોસફરસનો કકડો (શાહીચૂસ કાગળ દબાવી ઘણી સંભાળથી ઉતાવળે કોરો કરેલો) મૂકી પાણી ઉપર રકેબી તરતી રહે એમ રહેવા દઇ, તેના ઉપર બંને તરફથી ખુલ્લા મોંઢાનો કાચનો સીસો ઉંધો મૂકો; પછી રકેબીના ફોસફરસને સળગાવી સીસાનું ઉપલું મોઢું દાટાથી મજબૂત બંધ કરો. જ્યાં સુધી સીસામાંની હવામાં ઑક્સિજન હશે, ત્યાં સુધી ફોસફરસ બળશે. ઑક્સિજન ખપી જશે કે તરતજ બળતો ફોસફરસ હોલવાઇ જશે. હવે સીસો

ધોળા ધુમાડાથી ભરેલો દેખાશે. તે ધુમાડો પાણીમાં ઓગળતો જશે, અને સીસામાંની ગરમીથી ફૂલેલી હવા ઠંડકથી સંકોચાશે, તેમ તેમ ખાલી જગામાં પાણી ઉંચું ચઢતું જશે. ધુમાડો તદ્દન પાણીમાં ઓગળી જશે, એટલે શીશામાં પાણી ઉંચે ચઢતું પણ બંધ પડશે. પછી તેને માપશો તો જણાશે કે થાળીની સપાટીના પાણીથી સીસાની ઉંચાઇના પાંચમા ભાગ જેટલું પાણી ઉંચે ચડ્યુંછે. અને બાકીના $\frac{૪}{૫}$ ભાગ જેટલો સીસો હવાથી ભરેલો રહ્યો છે. આ પ્રયેાગથી સિદ્ધ થાયછે કે ફોસફરસને બાળવામાં જે વાયુ ખપ્યો તે ઓક્સિજન છે. અને તેનું માપ મૂળના એકંદર વાયુના $\frac{૧}{૫}$ જેટલુંછે. અને હવાથી જેટલો સીસો ભરેલો દેખાયછે તે નૈટ્રોજનછે; અને તેનું માપ મૂળના એકંદર વાયુના $\frac{૪}{૫}$ જેટલું છે. પ્રયેાગ પહેલાં સીસામાં સળગતું બોયું ઘાલશો તો તે સળગતું રહેશે પણ ફોસફરસ હોલવાઇ ગયા પછી તેમાં ઉપરનો બુચ ઉઘાડી સળગતું બોયું ઘાલશો તો તે સળગતું રહી શકશે નહિ. તે ઉપરથી ખાત્રી થાયછે કે તે બીજો કોઇ વાયુછે અને તેનું નામ નૈટ્રોજન છે.

પ્ર૦ હવામાં ઓક્સિજન અને નૈટ્રોજન કેવી રીતે એકઠા રહેલાછે?

ઉ૦ સાદા મિશ્રણથી.

પ્ર૦ હવામાં ઓક્સિજન અને નૈટ્રોજન સિવાય બીજા કયા પદાર્થો રહેલાછે ?

ઉ૦ પાણીની વરાળ, કાર્બોનિક એસિડ ગ્યાસ, એમોનિઆ, નૈટ્રિક એસિડ, સેંદ્રિય જંતુઓ, તથા ધૂળની અને બીજા પદાર્થોની ઝીણી રજકણો અને બીજો કચરો વગેરે.

પ્ર૦ મુખ્ય વાયુઓ સિવાય હવામાં બીજા પદાર્થોનું પ્રમાણ કેટલુંછે?

ઉ૦ પાણીની વરાળ સેંકડે ૧ થી ૪ ટકા જેટલી, કાર્બોનિક એસિડ ગ્યાસ સેંકડે $\frac{4}{100}$ જેટલો, એમોનિઆ, નૈટ્રિક એસિડ, સેંદ્રિય જંતુઓ, અને ધૂળની તથા બીજા પદાર્થોની રજકણો જૂજ પ્રમાણમાંછે.

પ્ર૦ ધાતુઓ શાથી કટાયછે ?

ઉ૦ હવામાંનો ઓક્સિજન ધાતુઓ સાથે સંયોગાઇ હવામાંની સાધારણ ઉષ્ણતાથી રસાયનિક વ્યાપાર થઇ તેનો કાટ થાયછે.

પ્ર૦ ફોસ્ફરસ એ શુંછે ?

ઉ૦ હાડકાંમાંથી નીકળતો, હવામાં ખુલ્લો રાખવાથી કિંચિત્ ઘર્ષણથી સળગી ઉડે એવો તે પદાર્થ છે. દીવાસળી ઉપર ફોસ્ફરસ લગાવવામાં આવેછે તેથીજ તે સળગેછે.

કેટલાક વખત રાતે મસાણમાં ભડકા દેખાયછે, તેને વહેમી લોકો ભૂત ધારેછે પણ તે ખોટું છે. કારણકે હાડકામાંનો ફોસ્ફરસ હવામાંના ઓક્સિજન સાથે ભળવાથી સળગી ઉઠી ભડકો થાયછે.

---

૧૯ હવામાંના વાયુના ગુણ.

પ્ર૦ હવામાં મુખ્ય ક્યા ક્યા વાયુઓ છે ?

ઉ૦ ઓક્સિજન, નૈટ્રોજન, પાણીની વરાળ, અને કાર્બોનિક એસિડ ગ્યાસ.

પ્ર૦ ઓક્સિજન તૈયાર કરવાની રીત કહો ?

ઉ૦ થોડો પોટાશિઅમ ક્લોરેટ, અને તેના જેટલો મેંગેનીસ ડાયોક્સૈડ લઇ તેને તાંબાના વાસણમાં મૂકી ખૂબ તપાવવો. વાયુ નીકળવા માંડે એટલે તેને નળીદ્વારા સીસામાં એકઠો કરવા માટે

તેના ઉપર નળીનું મેાઢું લાવી નળીનેા બીજો છેડેા પાણી ભરેલા વાસણમાં લાવી તે છેડા ઉપર પાણી ભરેલેા સીસેા પાણીમાં મેાં ડુબતું રહે, એમ ધરી રાખવેા. એટલે નળીમાં થઇ વાયુ સીસામાં આવતેા જશે, તેમ તેમ સીસામાંનું પાણી ઉતરતું જશે; અને તેની જગાએ વાયુ ભરાતેા જશે. આ વાયુ તે ઓક્સિજન છે. તમામ સીસેા ઓક્સિજનથી ભરાઇ જાય, એટલે તેને પાણીમાંથી ઉપાડી લઇ ઉંધેાને ઉંધેા મજબૂત બૂચ મારી કાઢી લેવેા. કારણકે સીસેા બુચ માર્યા પહેલાં છતેા કરશેા, તેા સાધારણ હવા કરતાં ઓક્સિજન હલકેા હેાવાથી તે બહાર નીકળી જશે, અને તેની જગા સાધારણ હવા લઇ લેશે.

પ્ર૦ ઓક્સિજનના ગુણ કહેા ?

ઉ૦ આ વાયુ રંગ વગરનેા, સ્વાદ વગરનેા, અને વાસ વગરનેાછે. એ જાતે બળતેા નથી, પણ બીજી વસ્તુઓ હવામાં બળેછે, તેના કરતાં ઓક્સિજનમાં વધારે ઝડપથી અને વધારે ચળકાટથી બળેછે. ઓક્સિજનમાં ધગધગતેા અંગારેા, કે બુજાયલું બેાયું ઘાલીશું તેા તેનેા ભડકેા થઈ ઘણી ઝડપથી અને ઝગઝગ બળશે. વળી બળવાની ક્રિયા ચાલુ રાખવાને ઓક્સિજનની જરૂર છે. કારણકે ઓક્સિજન વગર કેાઇ પણ પદાર્થ બળી શકતેા નથી. વળી ઓક્સિજન ઘણેા ચંચળ પદાર્થ હેાઇ બીજાં બધાં તત્વેા જોડે સહેલાઇથી ભળી જાયછે.

પ્ર૦ સૃષ્ટિ ઉપર છૂટેા ઓક્સિજન કેટલેાછે; અને તે શામાંછે ?

ઉ૦ એકંદર ઓક્સિજનનેા વીસ લાખમેા ભાગ સૃષ્ટિ ઉપર છુટેાછે અને તે છુટેા ઓક્સિજન વાતાવરણમાં, અને પાણીમાં ઓગળેલેાછે. એ સિવાયનેા ઓક્સિજન બીજાં બધાં તત્વેા સાથે સૃષ્ટિ ઉપર ભળેલેાછે.

પ્ર૦ સૃષ્ટિ ઉપર આટલો થોડો ઓક્સિજન છુટો છે એ સારૂં છે કેમ ? અને તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ સારૂંછે. કારણકે જો વધારે ઓક્સિજન છુટો હોય તો પ્રાણી અને વનસ્પતિ જીવી શકત નહિ. તેમજ તે અતિશય ગરમ હોવાને લીધે ઘન અને પ્રવાહી પદાર્થો વાયુ રૂપ સ્થિતિમાં આવી જાત.

પ્ર૦ તત્વો સાથે ઓક્સિજન મળવાથી શું થાયછે ?

ઉ૦ ઓકસાઇડ એટલે ધાતુ તત્વોના કાટ બનેછે અને આ ધાતુ તત્વો સાથે મળી માત્ર ઓકસાઇડ બનેછે. જેમકેઃ—લોહ ઓકસાઇડ, મર્ક્યુરી ઓકસાઇડ, મેંગેનીસ ડાય ઓકસાઇડ, કાર્બોનિક ઓકસાઇડ વગેરે.

પ્ર૦ નૈટ્રોજનના ગુણ કહો ?

ઉ૦ ઓક્સિજનની પેઠે આ વાયુને પણ રંગ, સ્વાદ અને વાસ નથી. વળી બીજાં તત્વો જોડે એનો ઉતાવળે સંયોગ થતો નથી. એ જાતે બળતો નથી, તેમજ બળવાની ક્રિયાને મદદ કરતો નથી. એ જાતે ઝેર નથી પણ પુષ્કળ ઝેરી પદાર્થોમાં તે જોવામાં આવેછે. તે પ્રાણી તથા વનસ્પતિના જીવન માટે ઉપયોગીછે કેમકે હવામાં ઓક્સિજન સાથે સંયોગાઇ ઓક્સિજન મંદ કરી લેવા લાયક હવા બનાવેછે. એકલો ઓક્સિજન શ્વાસોચ્છવાસની ક્રિયાને માટે લાયક નથી. આ વાયુમાં બળતું હોલવાઇ જાયછે અને તેમાં જીવતાં પ્રાણી મુકવાથી તે મરી જાયછે કારણ કે તેમાં ઓક્સિજન નથી. આ વાયુથી ચુનાનું પાણી ધોળું થતું નથી. આ વાયુ અતિશય શાંત હોવાથી બીજા પદાર્થો સાથે ઝટ મળી જતો નથી.

પ્ર૦ કાર્બોનિક એસિડ વાયુ શેનો બનેલોછે ?

ઉ૦ કાર્બન અને ઓક્સિજનનો તે બનેલોછે ?

પ્ર૦ કાર્બોનિક એસિડ વાયુ મેળવવાની રીત કહો !

ઉ૦ એક કાચના વાસણમાં થોડો ચાકનો ભૂકો નાંખી તેના ઉપર મીઠાનો તેજાબ રેડવાથી તેમાંથી કાર્બોનિક એસિડ વાયુ નીકળે છે. બીજા વાયુઓ કરતાં આ વાયુ ભારે હોવાથી તે કાચના વાસણ માંજ ભરાઇ રહેશે, અને બીજો વાયુ બહાર નીકળી જશે એટલે વાસણને બુચ મારવાની જરૂર રહેતી નથી.

પ્ર૦ કાર્બોનિક એસિડ વાયુના ગુણ કહો ?

ઉ૦ તેને વાસ કે રંગ નથી, પરંતુ તે સ્વાદમાં ખાટો છે. સળગતી વસ્તુઓ તેમાં બોળવાથી હોલવાઇ જાયછે. તે જાતે બળતો નથી અને સાધારણ હવા કરતાં તે ભારેછે. પ્રાણીઓને તે નુકશાન-કારકછે; પણ વનસ્પતિને તે જરૂરનોછે. પ્રાણીઓ શ્વાસોચ્છ્વાસની ક્રિયામાં કાર્બોનિક એસિડ ગ્યાસ બહાર કાઢેછે, તેમાંથી વનસ્પતિ કાર્બન ચૂસી લઈ ઓક્સિજન છોડી દેછે, તે ઓક્સિજન પ્રાણીઓ લેછે; એટલે બન્નેની શ્વાસોચ્છ્વાસની ક્રિયા અરસ્પરસ ઉપયોગીછે. સાધારણ હવા કરતાં તે ભારે હોવાથી એક વાસણમાંથી બીજા વાસ-ણમાં રેડી સકાયછે. તેને સળગતી મીણબતી ઉપર રેડીશું તો તે હોલવાઇ જશે. ચુનાના નીતર્યા પાણીમાં આ વાયુ રેડવાથી પાણી દુધ જેવું ધોળું થાયછે. એ વાયુ પાણીમાં ઓગળેછે અને તેથીજ તેને ઓગાળી સોડાવોટર, લેમોનેડ વગેરે બનાવવામાં આવે છે. બધા વાયુમાં તે ભારે હોવાથી પૃથ્વીની સપાટીએ રહેછે. આ વાયુમાં જીવતાં પ્રાણી મૂકવાથી તરત મરી જાયછે કારણકે તે ઝેરીછે.

પ્ર૦ તમને ઓક્સિજન, નૈટ્રોજન, કાર્બોનિક એસિડ ગ્યાસ, કોલ-ગ્યાસ, ક્લોરૈન, એમોનિયા, હૈડ્રોજન અને પાણીની વરાળ એ પ્રમાણે જુદા જુદા વાયુથી ભરેલી નળીઓ (સીસા) આપવામાં આવે તો તેને તમે શી રીતે પારખી કહાડશો.

ઉ૦ ૧. ઓક્સિજન હલકો હોવાથી બંધ કરેલા સીસામાં રહી શકેછે, તેથી તે સીસો ઉઘાડી તેમાં સળગતી મીણબત્તી ઘાલતાં સાધારણ હવામાં બળતી હતી, તેના કરતાં વધારે તેજસ્વી બળે તો જાણવું કે આ ઓક્સિજન વાયુ છે.

૨. નૈટ્રોજન પણ ઓક્સિજનની પેઠે હલકો હોવાથી બંધ કરેલા સીસામાં રહી શકેછે, તેથી તે સીસો ઉઘાડી સળગતી મીણ-બત્તી ઘાલતાં જો હોલવાઇ જાય, અને એનાથી ચુનાનું પાણી દૂધ જેવું ધોળું ન થાય તો જાણવું કે તે નૈટ્રોજનછે.

૩. કાર્બોનિક એસિડગ્યાસ સાધારણ હવા અને બીજા વાયુઓ કરતાં ભારે હોવાથી તે બુચ વગરના ઉઘાડા સીસામાં રહી શકેછે. તે સીસામાં સળગતી મીણબત્તી ઘાલતાં જો હોલવાઇ જાય અથવા સળગતી મીણબત્તી ઉપર તે વાયુ રેડતાં હોલવાઇ જાય અને તેનાથી ચુનાનું પાણી દૂધ જેવું ઉજળું થાય, તો જાણવું કે કાર્બોનિક એસિડ ગ્યાસછે.

૪. કોલગ્યાસ ઓક્સિજનની પેઠે હલકો હોવાથી બંધ કરેલા સીસામાં રહી શકેછે. આ વાયુ રંગે પીળોછે તેથી, અને સીસો ઉઘાડી તેના ઉપર સળગતી દીવાસળી ચાંપતાં જો તે દીવાની પેઠે બળે અને કડક વાસવાળો હોય તો જાણવું કે તે કોલગ્યાસછે.

૫. ક્લોરૈન પણ કોલગ્યાસની પેઠે પીળા રંગનોછે પણ કોલગ્યા-સનો દીવો થઇ શકેછે, અને ક્લોરૈન ઉપર કોલગ્યાસની પેઠે સળગતી

દીવાસળી ચાંપવાથી તે હોલવાઇ જાય અને તેની વાસ ઘણી કડક લાગે તો જાણવું કે તે ક્લોરેનછે.

૬. ક્લોરેન અને કાર્બાનિકઍસિડગ્યાસની પેઠે કડક વાસવાળો હોય, પણ તેમની પેઠે રંગ વાળો ન હોતાં રંગ વગરનો હોય અને કાર્બાનિકગ્યાસની પેઠે બળતો ન હોય તો જાણવું કે તે એમોનિઆછે.

૭. હૈડ્રોજન સાધારણ હવા અને બીજા વાયુઓ કરતાં ઘણોજ હલકો હોવાથી તે બંધ કરેલા સીસામાં રહી શકેછે. તે સીસાને ઉઘાડી સળગતી મીણબત્તી જો અંદર ખોસીએ તો કાર્બોનિક એસિડ-ગ્યાસ અને નૈટ્રોજનની પેઠે હોલવાઇ જાય, પણ સીસામાંના વાયુની સપાટીએ જો સળગતી મીણબત્તી ધરી રાખીએ તો બળ્યા કરે તો જાણવું કે તે હૈડ્રોજન વાયુછે.

૮. વરાળ પણ સાધારણ હવા કરતાં હલકી હોવાથી બંધ કરેલા સીસામાં રહી શકેછે. વળી તે ઘણીજ પાતળી હોય તો સીસામાં નજરે દેખાતી નથી, પણ જાડી હોય તો ધોળા ધુમાડા જેવી દેખાય છે. એવા સીસાની આસપાસ બરફના કકડા મૂકવાથી જો અંદર ટીપાં બાઝી જાય તો જાણવું કે તે વરાળ છે.

---

૨૦ કાળજું, બરોળ અને મૂત્રપિંડ.

પ્ર૦ પેટ કોને કહેછે?

ઉ૦ છાતીના પડદાની નીચેની બખોલને ઉદર અથવા પેટ કહેછે.

પ્ર૦ પેટમાં કયા કયા અવયવો રહેલાછે?

ઉ૦ ૧. જઠર, ૨. નાનાં અને મોટાં આંતરડાં, ૩. કલેજું કે કાળજું, ૪. બરોળ કે પ્લીહા, ૫. આંસગોળ, અને ૬. મૂત્રપિંડો.

પ્ર૦ પેટના અવયવોનું કર્તવ્ય શું છે ?

ઉ૦ જઠર અને નાનાં મોટાં આંતરડાં પાચનક્રિયાને અથવા લોહી બનવામાં પ્રત્યક્ષ મદદ કરેછે; અને કલેજું, બરોળ, માંસગોળ અને મૂત્રપિંડો તે પાચનક્રિયાને અથવા લોહી બનવામાં પરોક્ષ મદદ કરેછે. એટલે પેટનાં ઘણાં ખરાં અંગો માંસના ગોળાછે, અને તેમનું કામ ખોરાકને બદલી તેનું લોહી કરવામાં જે પ્રવાહીઓનો ખપ પડેછે તે ઉત્પન્ન કરવાનું છે.

પ્ર૦ કાળજાનાં બીજાં નામ કયાં કયાંછે ?

ઉ૦ કલેજું; પિત્તાશય કે યકૃત પણ કહેવાયછે. અંગ્રેજીમાં તેને લીવર કહેછે.

પ્ર૦ કાળજું શરીરમાં કઇ જગાએ રહેલુંછે ?

ઉ૦ કાળજું પેટમાં જમણી બાજુએ પાંસળીઓની નીચે જયાં નાનાં આંતરડાનો આરંભ થાયછે ત્યાં આવેલુંછે.

પ્ર૦ કાળજાના કેટલા ભાગછે; અને તે કઇ કઇ બાજુએ છે ?

ઉ૦ બે. ૧; મોટો, અને ૨. નાનો, મોટો ભાગ જમણી બાજુએછે, અને નાનો ડાબા પડખા ભણીછે.

પ્ર૦ કાળજાનું વજન કેટલુંછે ?

ઉ૦ પુખ્ત ઉમરના માણસના કાળજાનું વજન શુમારે સાડા ત્રણ શેરછે.

પ્ર૦ કાળજું ઓળખવાની નિશાનીઓ કઇછે ?

ઉ૦ એનો રંગ રતુમડો ભુરોછે, એનું બહારનું પાસું લીસું અને ચપટું છે, અને માહેનું પાસું ખરબચડું અને અસમાન છે. તેની અંદર લોહીની નસો ગયેલી છે, અને તેમાંથી નસો બહાર

નીકળેલીછે. એ માંસનો ગોળો હોઇ નાના કોષોનું બનેલુંછે. કાળજાની સરખામણી એક મોટા કારખાનામાં ચાલતા સાંચા કામ સાથે કરી શકાય, અને તેમાંના કોષોની સરખામણી કારખાનાના જુદા જુદા ભાગો સાથે કરી શકાય. કોષોના દરેક ભાગમાં પાચનક્રિયાને ઉપયોગી કાર્ય થાયછે.

પ્ર૦ કાળજાનું મુખ્ય કર્તવ્ય શુંછે ?

ઉ૦ ખોરાકને બદલી તેનું લોહી બનતામાં જે પ્રવાહીઓનો ખપ પડેછે તે ઉત્પન્ન કરવાનુંછે.

પ્ર૦ કાળજાને મુખ કેટલાંછે, અને તે દરેકમાં શું કાર્ય થાયછે ?

ઉ૦ બે. જઠરમાના ખોરાકમાંથી લીધેલું વધારવાનું મતબર લોહી એક માર્ગે થઇને અંદર જઇ નાના કોષોમાં જતાં બદલાઇને તેનું પિત્ત બનેછે, અને બીજે માર્ગે હ્રદયમાં તાજું લોહી આવેછે.

પ્ર૦ કાળજામાંના પદાર્થોને બહાર નીકળવાનાં દ્વાર કેટલાં છે; અને તેમાંથી ક્યા પદાર્થો બહાર નીકળેછે ?

ઉ૦ બે. એકમાંથી નકામું લોહી બહાર નીકળેછે અને બીજા-માંથી પિત્ત બહાર નીકળેછે.

પ્ર૦ પિત્ત ક્યાં ભેગું થાયછે; અને તેનો ઉપયોગ પાચનક્રિયામાં કેવી રીતે થાયછે.

ઉ૦ પિત્તની કોથળીમાં પિત્ત ભેગું થાયછે. જઠરમાંથી નરમ થયેલો ખોરાક આંતરડામાં જતાં કોથળીમાંનું પિત્ત બહાર નીકળી, સરસ અને નરમ થયેલા ખોરાક સાથે મળી એકરસ થઇ ખોરા-કમાંના તેલ અને ચરબીવાળા પદાર્થોને ઓગાળી પાચન ક્રિયાને મદદ કરેછે.

પ્ર૦ માંસરસ ક્યાંથી આવેછે ?

ઉ૦ પેટની બખોલમાં જઠરની નીચે માંસગોળ નામે મોટો ગોળોછે, તેમાંથી જે રસ નીકળેછે તેને માંસરસ કહેછે.

પ્ર૦ કાળજામાં પિત્ત સિવાય બીજા ક્યા પદાર્થો ભેગા થાયછે, અને તેનો શો ઉપયોગ થાયછે ?

ઉ૦ શર્કરા, ચરબી વગેરે કેટલાક પદાર્થોને તે માતબર લોહી-માંથી સંગ્રહી રાખેછે, અને જ્યારે જ્યારે લોહીમાં તેનો ખપ પડેછે, ત્યારે તે આપ્યા કરેછે.

પ્ર૦ શરીરમાં પિત્ત થયુંછે એમ કહીએ છીએ એનો અર્થ શો ?

ઉ૦ કાળજું જ્યારે હદ ઉપરાંત કામ કરેછે, ત્યારે પિત્તની કોથળીમાં પિત્તનો જથો હદ ઉપરાંત વધી પડેછે, તેથી શરીરમાં ચેન રહેતું નથી, અને પીડા થાયછે.

પ્ર૦ દારૂ પીવાથી શું નુકસાન થાયછે ?

ઉ૦ દારૂ પીવાથી કાળજાની નાજુક પેશીઓની ભારે ખરાબી થઇ શરીરમાં ભયંકર રોગો ઉત્પન્ન થાયછે. માટે દારૂ વગેરે કેફી ચીજોનો ઉપયોગ કરવો નહિ.

પ્ર૦ બરોળ કે પ્લીહાનું એ શુંછે; અને તે કયાં આવેલીછે ?

ઉ૦ ખોરાકનું લોહી બનાવવામાં મદદ કરનારો, હથેળી જેવડો, અર્ધા શેર વજનનો, જઠરના ડાબા છેડા પાસે રહેલો માંસનો નરમ ગોળોછે. તેનો કુમાશ ઘટ્ટ અને રંગ જાંબુઓછે.

પ્ર૦ બરોળ કે પ્લીહાનું કર્તવ્ય શુંછે ?

ઉ૦ ખોરાકનું લોહી બનાવવામાં મદદ કરી તે લોહીને કલે-જામાં મોકલવાનુંછે.

પ્ર૦ બરોળને નુકસાન ક્યારે થાયછે ?

ઉ૦ પહાડી પ્રદેશનાં પાણી પીવાથી કે બીજા કારણથી મેલેરિઆ નામે ઝેરી તાવ ઉત્પન્ન થાયછે, ત્યારે બરોળનો ગોળો વધી પેટ મોટું થાયછે. એવે પ્રસંગે બરોળનો નાજુક ગોળો અતિશય મોટો થાય તો તે ફાટી મરણ નીપજાવે છે. માટે ઝેરી તાવ શરીરમાં દાખલ થતાં ચાંપતા ઇલાજ લેવા જોઇએ.

પ્ર૦ મૂત્રપિંડ એ શુંછે અને તે કેટલાછે ?

ઉ૦ શીંગના આકારના બેએક ઇંચ લંબાઇના કોષો અને નળીઓ એકઠી થઇને બનેલા બે ગોળાછે.

પ્ર૦ મૂત્રપિંડ ક્યાં આગળ છે ?

ઉ૦ પેઢાની નીચે પાછલા ભાગમાં બરડાની કરોડની દરેક પડખે છેલ્લી પાંસળીની નીચે એકેક બાજુએ એકેકોછે. તેમની અંતર્ગોળ અથવા પોલી બાજુઓ પીઠ ભણી વળેલીછે.

પ્ર૦ મૂત્રપિંડનું કામ શુંછે ?

ઉ૦ તેમનું કામ લોહીમાંનો મુતર નામે પ્રવાહી કચરો જુદો પાડવાનું છે. એ કચરો એક લાંબી નળી* દરેક મૂત્રપિંડ કે ગુદામાંથી નીકળી પેટની બંને બાજુએથી નીચે કોથળીમાં ઉતરેછે તેમાં જાયછે. એ કોથળીમાં મુતર એકઠું થઇ વખતો વખત બહાર નીકળેછે. એ મૂત્રપિંડની નળીઓ શુમારે એક એક ફૂટ લાંબી હોયછે. જ્યારે જ્યારે પિશાબની આદત થાય ત્યારે વગર અટકાવે આદત પુરી કરવી, નહિ તો રોગ થવા સંભવ છે.

પ્ર૦ મૂત્રપિંડને નુકસાન ક્યારે થાયછે ?

ઉ૦ મહેનત કર્યા પછી મૂત્રપિંડને પવન લાગવા દેવો નહિ. કારણ કે તેવે વખતે પવન લાગ્યાથી ઝટ શરદી થવાનો સંભવછે, અને શરદી થાય તો દુઃખદાયક અને લાંબો વખત પહોંચે એવા રોગો ઉત્પન્ન થઇ ઘણીવાર મરણ થાય છે.

---

૨૧ સૂર્ય.

પ્ર૦ સૂર્ય એ શુંછે ?

ઉ૦ તે એક આકાશી પદાર્થછે, અને સઘળી ઉષ્ણુતા તથા પ્રકાશનું મૂળછે

પ્ર૦ સૂર્યમાંથી આપણી પૃથ્વી ઉપર કેટલી ઉષ્ણુતા આવેછે ?

ઉ૦ સૂર્યની પોતાની ઉષ્ણુતાનો બે અબજાંશમો ભાગ

પ્ર૦ સૂર્યમાંથી ઉષ્ણુતા અને પ્રકાશ પ્રતિક્ષણે કેમ ઘટતાં નથી ?

ઉ૦ સૂર્યમાંથી જે ગરમી આવેછે તે પ્રમાણમાં ઘણીજ થોડીછે. વળી વિદ્વાનોની શોધ પ્રમાણે તેમાંનું દ્રવ્ય સંકોચાઇ ગરમીની ખોટ પુરી પાડેછે. તેમજ કેટલાક ખરતા તારા આકર્ષણને લીધે ખેંચાઇ તેમાં પડી બળીને ગરમીની ખોટ પુરી પાડેછે, તેથી ઉષ્ણુતા ઘટતી જણાતી નથી.

પ્ર૦ સૂર્ય પૃથ્વીથી કેટલો દૂરછે, અને પૃથ્વીથી તે કેટલો મોટોછે, અને વજનમાં કેટલોછે ?

ઉ૦ સૂર્ય પૃથ્વીથી નવ કરોડ સત્તાવીશ લાખ માઇલ દૂરછે. પૃથ્વીથી તે તેર લાખ ઘણો મોટોછે, અને પૃથ્વીના વજન કરતાં સૂર્યનું વજન સત્રાત્રણ લાખ ઘણું ભારેછે. પૃથ્વીનાં પરમાણુ સૂર્યનાં પરમાણું કરતાં ચાર ઘણાં ભારેછે. પૃથ્વીથી સૂર્ય ઘણો વેગળો હોવાના કારણે આપણને નાનો દેખાયછે. સૂર્યનો વ્યાસ આઠ લાખ પચાસ હજાર માઇલછે.

પ્ર૦ પૃથ્વી અને સૂર્યના આકર્ષણ બળમાં શો તફાવતછે ?

ઉ૦ પૃથ્વી ઉપર જેટલું આકર્ષણ બળ થાયછે, તેના કરતાં સૂર્ય ઉપર ૩૧૫૦૦૦ ઘણું થાયછે. એટલે પૃથ્વીના રજકણ સમૂહથી

સૂર્યના રજકણ સમૂહ ૩૧૫૦૦૦ ઘણાછે, તેથી પૃથ્વી ઉપર જે બોજાનું વજન એક મણ થાયછે, તે સૂર્ય ઉપર લઇ જતાં ૫૬ મણ થાયછે.

પ્ર૦ સૂર્યની દૈનિક ગતિ કેટલીછે ?

ઉ૦ આપણી પૃથ્વી જેમ પોતાની ધરી ઉપર એક દિવસમાં ફરી રહેછે, તેમ સૂર્ય પૂર્વથી પશ્ચિમ તરફ ૨૫ દિવસ ૮ કલાક અને ૯ મિનિટમાં ફરી રહેછે, તેથી આપણો દિવસ જેમ લગભગ ૨૪ કલાકનો થાયછે તેમ સૂર્ય ઉપરનો દિવસ લગભગ આપણા ૨૫ દિવસનો થાય છે.

પ્ર૦ સૂર્યના દેખાવનું વર્ણન કરો ?

ઉ૦ નરી આંખે સૂર્યનું પૃષ્ટ ચપટું જણાયછે, પણ તે ચપટું નથી. વળી સૂર્યનો આખો ગોળો પ્રકાશમાનછે, પણ તેનો અર્ધો ભાગ આપણે જોઇ શકીએ છીએ. તેમાં ઠેકાણે ઠેકાણે કાળા ડાઘા દેખાયછે. એ ડાઘા સૂર્યના તેજોમય પૃષ્ટમાં બાકાંછે, અને ખાલી ન હોતાં વાયુઓથી ભરેલાછે. એ વાયુઓ નીચેથી પ્રકાશને બહાર નીકળી જવા દેતા નથી.

પ્ર૦ સૂર્યના ઉપર કયાં કયાં આવરણોછે ?

ઉ૦ ૧. તેજાવરણ ૨. રંગાવરણ અને ૩. મુકુટાવરણ.

પ્ર૦ તેજાવરણ કોને કહેછે ?

ઉ૦ જે ગોળ સૂર્ય નરી આંખે દેખાયછે, તે તેનો વચલો ઘટ્ટ ભાગછે, તેને તેજાવરણ કહેછે.

પ્ર૦ તેજાવરણમાં, કયા કયા પદાર્થ છે ?

ઉ૦ લોઢું, નિકલ, રૂપું, સોનું, માગ્નીશિયમ, સોડિયમ વગેરે ધાતુઓની વરાળ અને વાયુઓ તેજાવરણમાંછે.

પ્ર૦ રંગાવરણની હકીકત આપો ?

ઉ૦ રંગાવરણ એ તેજાવરણ ઉપર હોઇ તેમાં થઇને પ્રકાશ આવેછે, વળી તે સૂર્યની આસપાસ હજારો માઇલ લાંબું પ્રસરેલુંછે. રંગાવરણ હલકી વરાળનું બનેલુંછે.

પ્ર૦ મુકુટાવરણની હકીકત આપો ?

ઉ૦ રંગાવરણની બહારની બાજુએ મુકુટાવરણ આવેલુંછે, અને રંગાવરણ ઉપર તેનો લાખો માઇલ લાંબો વિસ્તારછે પણ મુકુટાવરણ શેનું બનેલુંછે તે હજી જાણવામાં આવ્યું નથી.

પ્ર૦ સૂર્ય ઉપર આ આવરણોની શી જરૂરછે ?

ઉ૦ જો સૂર્ય ઉપર આ આવરણો ન હોત તો હાલ પૃથ્વી ઉપર જેટલો તાપ પડેછે તેથી બમણો પડત.

પ્ર૦ સૂર્ય ઉપરનાં આવરણો ક્યારે જોઇ શકાયછે ?

ઉ૦ જ્યારે સૂર્યનું ખગ્રાસ ગ્રહણ થાયછે ત્યારે આ આવરણો જોઇ શકાયછે. કારણકે સૂર્યના પ્રકાશને લીધે દિવસે જેમ તારા દેખાતા નથી, તેમ આવરણો પણ દેખાતાં નથી. ઉગતા સૂર્યમાં જે વચલો પ્રકાશિત ગોળ ભાગ દેખાયછે, તે તેજાવરણછે.

પ્ર૦ સૂર્યમાંથી પ્રકાશ કેવી રીતે આવેછે ?

ઉ૦ સૂર્યના તેજાવરણમાંથી પ્રથમ પ્રકાશ નીકળી રંગાવરણમાં આવેછે, અને રંગાવરણમાંથી મુકુટાવરણમાં આવેછે, અને ત્યાંથી પ્રકાશ પૃથ્વી ઉપર આવેછે.

પ્ર૦ સૂર્યમાં જે ચળકતા ટેકા જણાયછે તેનું વર્ણન કરો ?

ઉ૦ એ ટેકાઓ વિલક્ષણ આકારના હોઇ તેઓમાં હમેશાં ફેરફાર થયા કરેછે. તેઓ કોઇ કોઇવાર તેજાવરણથી લાખો માઇલ

દૂર જાયછે. અને કોઇ કોઇ વખત તેમની ગતિ દરેક સેકન્ડે દોઢસો માઇલ જેટલી હોયછે. એ ઢેકાઓ સૂર્યમાંથી નીકળતા પ્રકાશિત વાયુના સમૂહોછે.

પ્ર૦ સૂર્ય ઉપર તોફાન શાથી થાયછે ?

ઉ૦ સૂર્યનું વાયુરૂપી દ્રવ્ય અતિશય ગરમ હોવાને લીધે તેનાં તોફાનો થાયછે, અને તેને લીધે સૂર્યના પૃષ્ટ ઉપર હમેશાં ભારે ઉથલપાથલ થયા કરેછે.

પ્ર૦ સૂર્યનું ઉપયોગીપણું સમજાવો ?

ઉ૦ પૃથ્વી ઉપરની સઘળી ઉષ્ણુતા અને પ્રકાશનું તે મૂળછે. પ્રાણી અને વનસ્પતિનું જીવન તેનાવડે ટકી રહેછે. સર્વ ગ્રહોની ગતિઓ ઉપર તે સત્તા ચલાવેછે. વળી તેનાથી પૃથ્વી ઉપર ઋતુભેદ, ઝાકળ, વરસાદ, રાત્રિદિવસ વગેરે થાયછે, તેથી તે સૃષ્ટિનો આધાર રૂપ હોવાથી આપણા આર્ય પૂર્વજોએ તેને મહાન્ દેવ માનેલોછે, અને તે પ્રમાણે અદ્યાપિ મનાઇ આપણે તેની સ્તુતિ કરીએ છીએ.

---

૨૨ ચંદ્ર.

પ્ર૦ ચંદ્ર એ શુંછે ?

ઉ૦ તે એક આકાશી પદાર્થ અને પૃથ્વીનો ઉપગ્રહ છે. તે પોતે પ્રકાશિત નથી, પણ સૂર્યનું તેજ પરાવર્તન પામવાથી પ્રકાશિત દેખાયછે.

પ્ર૦ ગ્રહ કોને કહેછે ?

ઉ૦ જેઓ સૂર્યની આસપાસ પોતાની કક્ષામાં નિયમિત ફરેછે તેમને ગ્રહ કહેછે.

પ્ર૦ ઉપગ્રહ કોને કહેછે ?

ઉ૦ જેઓ ગ્રહોની આસપાસ ફરેછે તેને ઉપગ્રહ કહેછે.

પ્ર૦ ચંદ્રની કળા શાથી જોવામાં આવેછે ?

ઉ૦ ચંદ્ર પૃથ્વીની આસપાસ સાડી ઓગણત્રીશ દિવસમાં ફરેછે તે એવી રીતે કે તેનો તેજ અર્ધ ભાગ હમેશાં પૃથ્વી ભણી રહી જેટલા વખતમાં તે પૃથ્વીની આસપાસ ફરેછે, તેટલાજ વખતમાં તે પોતાની ધરી ઉપર ફરેછે. એટલે તેનો બીજો અર્ધ ભાગ આપણને દેખાતો નથી. જે અર્ધ ભાગ સૂર્ય ભણી હોયછે, તે પર સૂર્યનું તેજ પડેછે અને એ પ્રકાશિત ભાગનો જેટલો અંશ આપણી ભણી હોયછે. તેટલોજ દેખાયછે. તેથી ચંદ્રની કળા જોવામાં આવેછે.

પ્ર૦ સુદ અને વદના પખવાડીઆમાં ચંદ્ર કેવો દેખાયછે, અને તેમ થવાનું કારણ શું ?

ઉ૦ સુદના પખવાડીઆમાં મોટો થતાં થતાં પુનમે તે પૂર્ણ દેખાયછે, અને વદના પખવાડીઆમાં ધીમે ધીમે ઘટતાં અમાસે તે દેખાતો બંધ થઇ જાયછે. ચંદ્રના આખા ગોળા પૈકી અર્ધા ગોળા ઉપર સૂર્યનો પ્રકાશ પડેછે, તેથી અર્ધો ચંદ્ર પ્રકાશિત થાયછે. એ પ્રકાશિત થયેલા ભાગ પૈકી તેની પોતાની ધરી ઉપર ફરતાં પૃથ્વીની આસપાસ ફરવાની ગતિને લીધે જેટલો ભાગ આપણા તરફ હોયછે તેટલોજ દેખાયછે. **તેથી ચંદ્રની કળાની વૃદ્ધિ અને ક્ષય થાયછે.**

પ્ર૦ ચંદ્ર પૃથ્વીથી કેટલો દૂરછે, અને પૃથ્વી સાથે તેના વજન અને કદની સરખામણી કરો ?

ઉ૦ પૃથ્વીથી તે બે લાખ ચાળીસ હજાર માઇલ દૂર હોઇ આકાશી પદાર્થોમાં તે સૌથી પાસેછે. પૃથ્વીથી તેનું વજન ૮૧ ગણું ઓછું, અને પૃથ્વીથી તે ૪૯ ગણો નાનોછે. પૃથ્વીના આકર્ષણ બળથી

તેનું આકર્ષણ બળ છ ગણું ઓછુંછે, એટલે પૃથ્વી ઉપરની છ શેર વજનની વસ્તુ ચંદ્ર ઉપર એક શેર થાયછે. ચંદ્રનો વ્યાસ ૨૧૬૦ માઇલછે, ચંદ્ર કરતાં સૂર્ય છ કરોડ ગણો મોટોછે.

પ્ર૦ સૂર્યગ્રહણ એટલે શું; અને તે ક્યારે થાયછે ?

ઉ૦ સૂર્ય અને પૃથ્વીની વચ્ચે ચંદ્ર આવેછે; ત્યારે ચંદ્ર નાનો હોવાને લીધે પૃથ્વીના થોડાક ભાગ ઉપર તેનો પડછાયો પડેછે, તેથી જેટલા ભાગ ઉપર ચંદ્રનો પડછાયો પડે, તેટલા પૃથ્વીના ભાગને સૂર્ય દેખાતો નથી, એથી સૂર્ય ગ્રહણ થાયછે. સૂર્ય ગ્રહણ અમાંસેજ થાયછે, કારણકે અમાંસે સૂર્ય અને પૃથ્વીની વચ્ચે ચંદ્ર આવેછે. બીજી તિથિએ તે વચ્ચે આવતો નથી.

પ્ર૦ ગ્રહણ કોને કહેછે ?

ઉ૦ આકાશ માંહેલા એક પદાર્થ પર બીજા પદાર્થનો છાયો પડે તેથી, કે તે વચમાં આવે તેથી, તે ઢંકાઇ જાય કે કાળો પડી જાય ત્યારે તેને ગ્રહણ થયું એમ કહેછે.

પ્ર૦ ચંદ્રગ્રહણ એટલે શું; અને તે ક્યારે થાયછે ?

ઉ૦ સૂર્ય અને ચંદ્રની વચ્ચે પૃથ્વી આવે, ત્યારે પૃથ્વીને લીધે ચંદ્ર ઉપર સૂર્યનો પ્રકાશ પડતો નથી, તેથી પૃથ્વી ઉપર ચંદ્ર દેખાતો નથી એટલે ચંદ્ર ઘેરાઇ જાયછે, તેને ચંદ્રગ્રહણ કહેછે. એ ગ્રહણ પુનમે થાયછે. કારણ કે પુનમે ચંદ્ર અને સૂર્યની વચ્ચે પૃથ્વી આવેછે.

પ્ર૦ દરેક પુનમે ચંદ્રગ્રહણ, અને દરેક અમાંસે સૂર્ય ગ્રહણ કેમ થતાં નથી ?

ઉ૦ દરેક પુનમ અને દરેક અમાસે ચંદ્ર, સૂર્ય અને પૃથ્વી એક સીધી લીટીમાં આવતાં નથી. કારણ કે દરેકની કક્ષામાં ફરવાની ગતિ જુદી જુદીછે, અને તેથી ચંદ્ર પાંચ અંશ ઉંચો કે નીચો રહી

જાયછે, તેથી દરેક પુનમે અને દરેક અમાસે ગ્રહણ થતાં નથી.

પ્ર૦ ચંદ્રના પૃષ્ટ ઉપર કઇ વસ્તુઓ છે ?

ઉ૦ ટાઢા પડી ગયેલા જવાળામુખી પર્વતો, પર્વતોની હારો, ખીણો અને મેદાનો છે. ચંદ્રમાં પાણી બીલકુલ નથી, એટલે તેના ઉપર સરોવર, નદીઓ વગેરે પાણીનાં જળાશયો નથી. વળી તેના પર સૂર્યના તાપથી સપાટીનું રક્ષણ કરવાને વાદળાં થતાં નથી, તેમ વાતાવરણ પણ નથી.

પ્ર૦ ચંદ્ર ઉપર વસ્તીછે કે કેમ ?

ઉ૦ ના. કારણકે ત્યાં વાતાવરણ અને પાણી નથી; વળી તેના પૃષ્ટ ઉપર અતિશય ઠંડક રહેછે, જેથી પ્રાણી અને વનસ્પતિ જીવી શકે નહિ, માટે તે ઉપર પ્રાણી અને વનસ્પતિ નથી.

પ્ર૦ ચંદ્ર ઉપર દિવસ અને રાત્રિ કેટલા વખતની છે ?

ઉ૦ ચંદ્ર ઉપર ચૌદ દિવસનો દહાડો, અને ચૌદ દિવસની રાત્રિછે.

પ્ર૦ ચંદ્ર દરરોજ બબ્બે ઘડી મોડો ઉગેછે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ ચંદ્રની ગતિ કરતાં પૃથ્વીની ગતિ લગભગ દરરોજ બે ઘડી જેટલી ઉતાવળીછે: તેથી સાંજે જે સ્થળે ચંદ્ર હોય તે સ્થળે બીજે દિવસે આવવાને બે ઘડી અથવા ચોપન મિનિટ જેટલી વાર લાગેછે, તેથી ચંદ્ર દરરોજ બબ્બે ઘડી અથવા ચોપન મિનિટ મોડો ઉગતો દેખાયછે. અને એ પ્રમાણે પંદર દિવસે ૩૦ ઘડી મોડો ઉગે એટલે અમાસે દેખાતો બીલકુલ બંધ થાયછે.

પ્ર૦ ચંદ્રની કળા કોને કહેછે ?

ઉ૦ પૃથ્વી ઉપરથી જોતાં ચંદ્રના દેખાવમાં જે વિકાર થાયછે તેને ચંદ્રની કળા કહેછે,

---

૨૩ અંદરના ગ્રહો—બુધ અને શુક્ર.

પ્ર૦ સૂર્યમાળા કોને કહેછે ?

ઉ૦ સૂર્ય અને તેના આસપાસ ફરનારા આકાશી પદાર્થોને સૂર્યમાળા કહેછે.

પ્ર૦ સૂર્યની આસપાસ કયા કયા આકાશી પદાર્થો ફરેછે ?

ઉ૦ ગ્રહો (તેની સાથેના ઉપગ્રહો સાથે), ખરતા તારા, ધૂમકેતુ અથવા પુછડીઆ તારા, અને તે ખુલાનું કુંડાળું જેને રાશિ ચક્રમાનું તેજ કહેછે તે.

પ્ર૦ ગ્રહ કોને કહેછે ?

ઉ૦ જેઓ વચ્ચે રહેલા સૂર્યની આસપાસ ફરેછે તેને ગ્રહ કહેછે.

પ્ર૦ ગ્રહો કેટલા છે; અને કયા કયા ?

ઉ૦ આઠ ૧. બુધ, ૨. શુક્ર, ૩. પૃથ્વી, ૪. મંગળ, ૫. ગુરૂ, ૬. શનિ, ૭. યુરેનસ, અને ૮. નેપચ્યુન.

પ્ર૦ ઉપગ્રહ કોને કહેછે ?

ઉ૦ જે ગ્રહની આસપાસ ફરેછે તેને ઉપગ્રહ કહેછે. ચંદ્ર એ પૃથ્વીની આસપાસ ફરેછે માટે ચંદ્ર ઉપગ્રહ છે.

પ્ર૦ તારા કોને કહેછે ?

ઉ૦ આકાશમાં રાતે જે ચાંદરણીઓ જણાયછે તેને તારા કહેછે. તારા એ સૂર્ય જેવાજછે અને સૂર્યની આસપાસ જેમ ગ્રહો ફરેછે તેમ તેની આસપાસ પણ ફરનારા ગ્રહો હોયછે.

પ્ર૦ ગ્રહ અને તારામાં ફેર શો ?

ઉ૦ ગ્રહનું તેજ સ્થિર હોયછે, અને તારાનું તેજ હાલતું હોયછે. વળી ગ્રહ પોતાનું સ્થળ બદલેછે; અને તારા આજુબાજુના તારાના સંબંધમાં પોતાનું સ્થળ બદલતા નથી.

પ્ર૦ ગ્રહોની ફરવાની ગતિઓ કઇ કઇ છે ?

ઉ૦ ૧. પોતાની ધરી ઉપર ફરવાની જેને દૈનિક ગતિ કહેછે. તે, અને ૨. સૂર્યની આસપાસ ફરવાની જેને વાર્ષિક ગતિ કહેછે તે.

પ્ર૦ કક્ષા કોને કહેછે ?

ઉ૦ ગ્રહો જે માર્ગમાં થઈ સૂર્યની આસપાસ ફરેછે તે માર્ગને કક્ષા કહેછે.

પ્ર૦ ગ્રહોના કેટલા સમૂહ પાડયાછે; અને તે કયા કયા ?

ઉ૦ ત્રણ. ૧. અંદરના ગ્રહો, ૨. બહારના ગ્રહો, અને ૩. લઘુ ગ્રહો.

પ્ર૦ અંદરના ગ્રહો કોને કહેછે ?

ઉ૦ જે ગ્રહોની કક્ષા પૃથ્વીની કક્ષા કરતાં સૂર્યની નજીકછે, એટલે જે ગ્રહો પૃથ્વીની કક્ષાની અંદર સૂર્યની આસપાસ ફરેછે તેને અંદરના ગ્રહો કહેછે.

પ્ર૦ અંદરના ગ્રહો કયા કયાછે ?

ઉ૦ ૧. બુધ અને ૨. શુક્ર. બુધ સૂર્યની પાસેનો ગ્રહછે, અને શુક્ર તેનાથી વેગળોછે.

પ્ર૦ બહારના ગ્રહો કોને કહેછે ?

ઉ૦ જે ગ્રહોની કક્ષા પૃથ્વીની કક્ષાની બહાર હોય પૃથ્વીથી વેગળે રહી સૂર્યની આસપાસ ફરેછે તેને બહારના ગ્રહો કહેછે.

પ્ર૦ બહારના ગ્રહો કયા કયાછે તે અનુક્રમે ગણાવો ?

ઉ૦ ૧. મંગળ, ૨. બ્રહસ્પતિ, ૩. સનિ, ૪. યુરેનસ, અને ૫. નેપચ્યુન.

પ્ર૦ લઘુગ્રહો કોને કહેછે? અને તે કેટલાછે ?

ઉ૦ અંદરના અને બહારનાં ગ્રહોની વચ્ચે આવેલા ગ્રહોનું ચક્ર કે મંડળછે તેને લઘુગ્રહો કહેછે. લઘુગ્રહો લગભગ બસેછે.

પ્ર૦ બુધ અને શુક્ર ક્યારે જોવામાં આવેછે ?

ઉ૦ બંને ગ્રહો સૂર્યોદય પહેલાં અથવા સૂર્યાસ્ત પછી ક્ષિતિજની ઉપર દેખાયછે. બુધ લગભગ સવા કલાક સુધી દેખાયછે. અને તે સૂર્યની નજીકછે, અને શુક્ર લગભગ ત્રણ કલાક સુધી સવારે કે સાંજે ક્ષતિજ ઉપર સૂર્ય ઉગ્યા પહેલાં કે સૂર્ય આથમ્યા પછી દેખાયછે.

પ્ર૦ બુધ સંબંધી આજ સુધી જે જે હકીકત જણાઇછે તે કહો ?

ઉ૦ સૂર્યથી સાડાત્રણ કરોડ માઇલ દૂર રહી લંબગોળ કક્ષામાં તે ૮૬ કે ૮૮ દિવસમાં ફરી રહેછે. માટે એ ગ્રહ ઉપર ૮૬ કે ૮૮ દિવસનું વર્ષ થાયછે, અને પોતાની ધરી ઉપર તે ૨૪ કલાકમાં ફરી રહેછે. બધા ગ્રહો કરતાં તે નાનોછે. ચળકતો અને રંગે પીળચટોછે. સૂર્યની નજીક હોવાથી તેના ઉપર આપણા કરતાં સાત ઘણો પ્રકાશ અને તાપ પડેછે. ચંદ્રની પેઠે એની કળા બદલાયછે. પણ વધારે પ્રકાશને લીધે તે જોઇ શકાતી નથી વળી તેના પૃષ્ટ ઉપર દસ માઇલ ઉંચાઇના પર્વતોછે એમ નક્કી કરવામાં આવ્યુંછે. બધા ગ્રહોમાં બુધની કક્ષા વધારે લંબગોળછે.

પ્ર૦ શુક્રને આપણા લોકો કયા નામથી ઓળખેછે ?

ઉ૦ ઠગલીઆના નામથી ઓળખેછે.

પ્ર૦ શુક્ર સંબંધી આજ સુધી જણાયલી હકીકત કહો ?

ઉ૦ બધા ગ્રહોમાં તે ઘણો પ્રકાશિત અને સુંદર છે. સૂર્યથી તે ૬॥ કરોડ માઇલ દૂર રહી સૂર્યની આસપાસ લંબગોળ કક્ષામાં ૨૨૪ કે ૨૨૫ દિવસમાં ફરી રહેછે. તેથી શુક્ર ઉપર ૨૨૪–૨૨૫

દિવસનું વર્ષ થાયછે. એ પોતાની ધરી ઉપર ૨૩ કલાકમાં રહેછે તે લગભગ આપણી પૃથ્વી જેવડો મોટોછે. આપણી પૃથ્વી શુક્રનું ટુંકામાં ટુંકું અંતર અઢી કરોડ માઇલ અને વધારેમાં વધારે સોળ કરોડ માઇલ છે. ચંદ્ર અને બુધની પેઠે શુક્રની પણ કળાઓ બદલાયછે. તેમજ ચંદ્રની પેઠે એના પૃષ્ટ ઉપર પણ પર્વતો છે અને તેની આસપાસ વાતાવરણ છે. તેના ધ્રુવ આગળ બરફનાં મોટાં મેદાનો છે. તેના ઉપર આપણી પૃથ્વી કરતાં બમણો તાપ અને પ્રકાશ પડેછે. વળી પૃથ્વીની પેઠે તેના ઉપર ઋતુભેદ પણ થાયછે. અને બધા ગ્રહોમાં તે વધારે પ્રકાશિત હોવાથી અંધારી રાતે ચંદ્રની ગરજ સારેછે.

પ્ર૦ સૂર્યની આસપાસ ફરવાનો ગ્રહોનો સામાન્ય નિયમ કયોછે ?

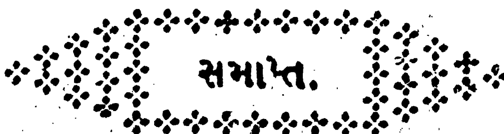
ઉ૦ સૂર્યથી ગ્રહોનું અંતર જેમ વધારે તેમ તેના ફરવાનો વેગ ઓછો એવો સામાન્ય નિયમ છે.

પ્ર૦ કયા કયા ગ્રહો નરી આંખે જોઇ શકાયછે ?

ઉ૦ બુધ, શુક્ર, પૃથ્વી, મંગળ, શનિ, અને બૃહસ્પતિ.

પ્ર૦ નરી આંખે કયા કયા ગ્રહો દેખાતા નથી ?

ઉ૦ યુરેનસ અને નેપચ્યુન.



અભિપ્રાયો.

રા. રા. શિવલાલ અને મણિશંકર.

તમારા તરફથી ગણિતજ્ઞાનની ૨-૩-૪-૫-૬ ધોરણ માટેની ચોપડીઓ આવી છે. તેમાંનો ઘણો ભાગ વાંચી ગયો છું. એકંદર ગોઠવણ ઘણી સારી શૈલી કરી છે, અને તે પ્રાથમિક શાળા માટે ખાસ ઉપયોગી છે. શિક્ષકોને તે સહાયરૂપ થઇ પડશે. હું ધારું છું કે લોકો તેનો ઉપયોગ કરી તમને યોગ્ય મદદ આપશેજ.

પાટણ. તા. ૮-૨-૧૬.
T. R. Pandya.
પ્રિન્સીપાલ ટ્રેનીંગ કોલેજ, પાટણ.

મેસર્સ પટેલ અને પુરોહિત.

તમારી ગણિતજ્ઞાન (ધોરણ ૨-૩-૪-૫-૬ ના પાઠ્યપુસ્તક) ની ચોપડીઓ જોઇ ગયો છું અને પ્રાથમિક શાળાના શિક્ષકોને માર્ગદર્શક તરીકે તેઓ તૈયાર કરવામાં તમે પુષ્કળ મહેનત લીધેલી જણાય છે. તમારા પાઠોમાં વિષય આપવામાં એમ ધાર એક સારી મદદરૂપ થઇ પડશે.

વડોદરા. તા. ૨૨ માર્ચ ૧૯૧૬.
પ્રેમાનંદ સી. શાહ, બી. એ.
આસિસ્ટન્ટ લેક્ચરર-ટ્રેનીંગ કોલેજ વડોદરા.

રા. શિવલાલ અને મણિશંકર

તમારી મોકલેલી ગણિતજ્ઞાનની શ્રેણીનાં 'ગણિતજ્ઞાન' નાં પુસ્તકો × × × તેમાં વિષયો સાર પર્યંત કરેલા છે, અને તેના સંબંધમાં વિવેચન (પ્રશ્નોત્તર રૂપમાં) સારી રીતે કરેલું જણાય છે. વિદ્યાર્થીઓ તરીકે ઉપયોગી માહિતી આપવામાં તમારાં આ પુસ્તકો બહુ ઉપયોગી છે. તે તૈયાર કરવામાં તમોએ ઘણી મહેનત કરેલી જણાય છે. શિક્ષક તરીકે આવા ખાસ ઉપયોગી કામમાં તમો પહેલ કરો છો તે જાણી મને ઘણો સંતોષ થાય છે. તમારા કાર્યમાં તમને ફતેહ મળે એમ ઇચ્છું છું.

આશાજીરોડ સુરત. તા. ૮-૧૨-૧૬.
છગનલાલ ઠાકોરદાસ મોદી.
(રિટાયર્ડ એજ્યુ. ઇન્સ્પેક્ટર વડોદરા રાજ્ય.)

જાહેર ખબર.

મુંબઈ ઇલાકામાં અને વડોદરા રાજ્યમાં ચાલતી નવી ધોરણ પ્રમાણે ગુજરાતી ભાષાના અભ્યાસ વાચનના પાઠોના અભ્યાસ કરી સંપૂર્ણ હકીકત આપનાર વિદ્યાર્થીઓને માટે, ખાસ ઉપયોગી પુસ્તકો.

* ૧ સુબોધજ્ઞાન ધો-૬ માટે (આવૃત્તિ ચોથી) ૬
* ૨ સુબોધજ્ઞાન ધો-૫ માટે (આવૃત્તિ પાંચમી) ૬
* ૩ સુબોધજ્ઞાન ધો-૪ માટે (આવૃત્તિ ચોથી) ૪
* ૪ સુબોધજ્ઞાન ધો-૩ માટે (આવૃત્તિ ૭) ।
* ૫ સુબોધજ્ઞાન ધો-૨ માટે (આવૃત્તિ ...) ।

ઉપરનાં પુસ્તકો મળવાનું ઠેકાણું:-

૧ મેસર્સ લક્ષ્મીલાલ, મોહનલાલ, પરીખ અને
વડોદરા રાજ્યની સરકારી બુકડીપોના કોન્ટ્રાક્ટર-વડોદરા.

આ સિવાય વડોદરા રાજ્યના તાલુકે તમામ બુકસેલરોને ત્યાંથી પણ મળશે.

પત્ર વ્યવહાર નીચેના સિરનામે કરવો:—

મેસર્સ લક્ષ્મીલાલ, મોહનલાલ, પરીખ અને કંપની
રાવપુરારોડ-વડોદરા.

જાહેર પુસ્તકો વડોદરા રાજ્યના કેળવણી ખાતાએ ઇનામ તથા લાયબ્રેરી માટે મંજુર કરેલાં છે.